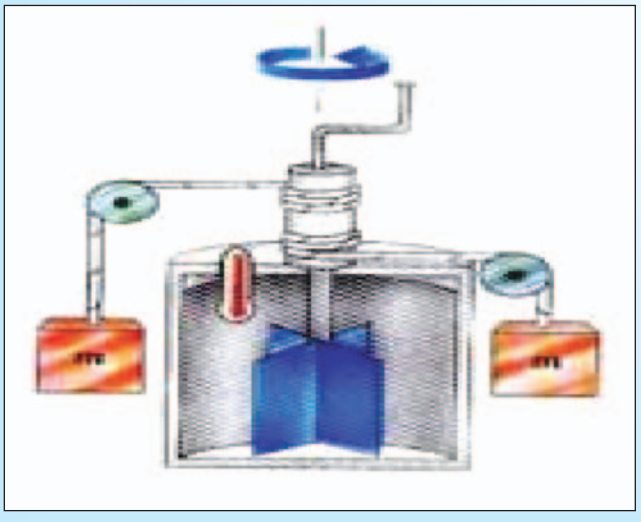
جمهورية مصر العربية
وزارة التربية والتعليم
قطاع الكتب

الفيزياء العامة

للصف الأول الثانوى الفنى
(نظام الثلاث سنوات)
زراعى - صناعى



٢٠٠٨ - ٢٠٠٩م

جمهورية مصر العربية
وزارة التربية والتعليم
قطـــــاع الكتب

الفيـزيـاء العامة

الصف الأول الثانوي الفني
نظام الثلاث سنوات
(زراعي – صناعي)

تأليف

أ/ أحمد فريد محمد عزمى
موجه عام العلوم بالتعليم الفني

أ / صدقه الدردير محمد
خبير الفيزياء بمكتب مستشار العلوم

مراجعة

أ / كريمة عبد العليم سيد أحمد
مستشار العلوم بديوان عام الوزارة

٢٠٠٨ / ٢٠٠٩م

الحمد لله رب العالمين ، و الصلاة والسلام على خاتم النبيين والمرسلين ..

و بعد :

فى اطار حرص وزارة التربية والتعليم على تطوير مناهج التعليم الفنى فى جمهورية مصر العربية بما يواكب مسيرة التطور التكنولوجى فى المجتمعات عامة والمجتمع المصرى خاصة يسرنا أن نقدم لأبنائنا طلاب الصف الاول الثانوى من التعليم الفنى (زراعى – صناعى) كتاب الفيزياء العامة ويضم هذا الكتاب وحدتين اساسيتين :

الوحدة الاولى : الميكانيكا

الوحدة الثانية : الحرارة

و قد حرصنا على أن يأتى الكتاب محققاً الاهداف التربوية والجديد فى هذا المنهج انه بنى على اسس علمية وتربوية ، و كلا الوحدتين مقسمتين الى فصول ولكل وحدة أهداف محددة يتم تحقيقها من خلال الموضوعات التى تتناولها الوحدة .
والله نسأل ان يحقق هذا الكتاب ما نرجوه من مستوى طيب فى الفيزياء العامة.

كما نرجو من الاخوة المعلمين الآ يقتصروا على ما جاء فى الكتاب وأنما يحثون طلابهم على الاستزادة من القراءة والاطلاع للارتقاء بالمستوى العلمى للطلاب .

والله الموفق

المؤلفون

محتوى الكتاب

	الموضـــوع	الصفحة
الوحدة الاولى	الميكانيكا	
	الفصل الاول : الحركة	١١
	الفصل الثانى : قوانين نيوتن للحركة	٢٧
	الفصل الثالث : قانون الجذب العام	٣٩
	الفصل الرابع : الطاقة	٤٩
الوحدة الثانية	الحـــــرارة	
	الفصل الاول : قياس درجة الحرارة	٦٧
	الفصل الثانى : الطاقة الحرارية	٧٩

الوحدة الاولى
الميكانيكا

الفصل الاول : الحركـــــة

الفصل الثانى : قوانين نيوتن للحركـــــة

الفصل الثالث : قانـــون الجذب العـــام

الفصل الرابع : الطـــــاقة

الوحـــدة الاولـــــى

(الميكانيكا)

فى نهاية هذه الوحدة ينبغى أن يكون الطالب قادراً على أن :

١- يتعرف على مفهوم الحركة و أنواعها ٠

٢- يتعرف على الازاحة ٠

٣- يتعرف عى السرعة ٠

٤- يتعرف على العجلة ٠

٥- يستنتج معادلات الحركة ٠

٦- يتعرف على السقوط الحر ٠

٧- يتعرف على الجذب العام و بعض تطبيقاته ٠

٨- يتعرف على مفهوم الطاقة و أنواعها ٠

٩- يتعرف على الشغل ٠

الوحدة الاولى : الميكانيكا

الفصل الاول : الحركة

ابنائى وبناتى طلاب وطالبات الصف الاول الثانوى الفنى (زراعى – صناعى) قبل ان نبدأ الفصل الاول (الحركة) سوف نقدم لكم بعض المفاهيم الخاصة بعلم الفيزياء ووحدات القياس :-

اولا: علم الفيزياء :

أ – ما هو علم الفيزياء ؟

هو العلم الذى يتعلق بدراسة الجسيمات والامواج .

ب – دور علم الفيزياء :

يهتم ببناء النماذج الفيزيائية المختلفة التى تستطيع تصور الاشياء التى تعجز الحواس عن تصورها إما لصغرها كالذرات والالكترونات أو لضخامتها الكبيرة كالنجوم والمجرات أو لكونها أشياء مجردة كالطاقة والمجالات .

النماذج الفيزيائية :

(١) النموذج الجسيمى : وهو من أهم النماذج التى كانت مفيدة فى تطوير علم الفيزياء التقليدية . ويختلف مفهوم الجسيم هنا عن مفهوم النقطة المادية فى الرياضيات ، حيث ان مفهوم الجسيم هنا يقصد به النظر الى الشىء كوحدة متكاملة دون التعرض للتركيب الداخلى له .

فمثلا : وصف حركة الارض حول الشمس ينظر لها كجسيم يتحرك فى الفضاء حول الشمس .

(٢) الامواج : وهو مفهوم يستعان به فى تفسير عدد من الظواهر الطبيعية مثل ظواهر الضوء والموجات اللاسلكية وأشعة الليزر .

جـ – تقسيم علم الفيزياء :

(١) الفيزياء التقليدية

تمثل المعرفة الفيزيائية التى وضعت اسسها حتى نهاية القرن التاسع عشر وتضم فروعاً مثل :
الميكانيكا – الصوت – الضوء- المغناطيسية والكهربية ... ألخ

(٢) الفيزياء الحديثة

تمثل المعرفة الفيزيائية التى تلت أكتشاف الاشعة السينية وظاهرة النشاط الاشعاعى
وتضم فروعاً مثل : الفيزياء الذرية والنووية – النظرية النسبية - نظرية الكم – الميكانيكا الموجيه– فيزياء الجوامد

ثانياً: الفيزياء كنشاط ابداعى للانسان :

أ – لماذا يعتبر علم الفيزياء نشاط ابداعى ؟

لانه محاوله لفهم ما يدور حولنا من ظواهر ومتغيرات وهذا الفهم يشكل جزءاً رئيسياً من ثقافتنا وحضارتنا .

وبذلك يساعدنا على فهم ما يظهر لنا فى وسائل الاعلام عن الاسلحة النووية – وأشعة الليزر وحرب الكواكب

ب – جهود علماء الفيزياء :

يعتبر علماء الفيزياء الجندى المجهول وراء هذا النشاط الابداعى وهم إما :

١- **علماء تجريبيون :** يركزون جهودهم فى تجاربهم المعملية للوصول الى معلومات جديدة حول الظواهر الطبيعية .

٢- **علماء الفيزياء النظرية :** يركزون جهودهم فى وضع نماذج رياضية للظواهر الطبيعية يمكن بحلها وصف هذه الظواهر وتحديدها ومعرفة العوامل المؤثرة فيها .

ثالثاً: القياسات الفيزيائية :

ماذا نعنى بكلمة قياس ؟

هو مقارنة مقدار بمقدار من نوعه او كمية بكمية من نوعها ، لمعرفة عدد مرات احتواء الاولى على الثانية . لذلك لابد من الاتفاق على المعيار او الوحدة المعيارية .

أ – معيار الطول – المتر :

١ – **المتر قديماً :** يساوى $\frac{١}{١٠ \text{ مليون}}$ من المسافة بين القطب الشمالى وخط الاستواء على امتداد خط الطول المار بباريس .

٢-**المتر العيارى :** هو المسافة بين علامتين محفورتين عند نهايتى ساق من سبيكة البلاتين والايريديوم محفوظة فى درجة صفر سلزيوس بالقرب من باريس .

٣-**المتر العيارى الجديد :** يساوى عدد معلوم من الاطوال الموجية للضوء الاحمر البرتقالى المنبعث فى الفراغ من ذرات الكريبتون – ٨٦

ب- معيار الكتلة – الكيلو جرام:

١- **الكيلو جرام:** كتلة لتر من الماء فى درجة حرارة ٤° سلزيوس .
(حيث تكون كثافة الماء أكبر ما يمكن ١جم/سم^{٣}).(١كجم/لتر)

٢- **الكيلو جرام العيارى:** كتلة اسطوانة من البلاتين والايريديوم ذات ابعاد محددة .

جـ- معيار الزمن – الثانية:

١- **تعرف الثانية** على انها $\frac{١}{٨٦٤٠٠}$ من اليوم الشمسى المتوسط

(اليوم الشمسى المتوسط: هو متوسط الظهور المتتابع للشمس فوق رؤسنا على مدار العام)

٢- **الثانية تبعاً للساعة الذرية (ساعة السيزيوم):**

تحدد بالفترة الزمنية التى يستغرقها عدد معلوم من ذبذبات الاشعاع المنبعث من ذرات السيزيوم – ١٣٣. وتبلغ هنا دقة القياس $١٠^{-١١}$ من الثانية .

الانظمة المختلفة للوحدات :

نظام جاوس (سم- جم- ث)

النظام المترى (م- كجم- ث)

النظام الدولى (النظام المترى المعاصر) (م- كجم- ثانية)

ويستخدم فيه :

(١) سبعة وحدات اصلية:

المتر(للطول) – **الكجم**(للكتلة)

الثانية(للزمن) – **الامبير**(لشدة التيار)

الدرجة الكلفينية(المطلقة)لدرجة الحرارة

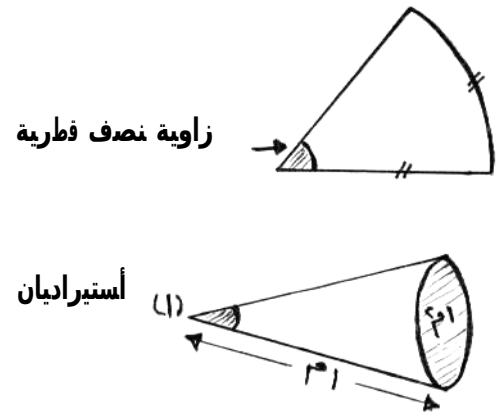
المول (لكمية المادة)

القنديلة(لقوة الاضاءة)

(٢) وحدتان اضافيتان :

الزاوية النصف قطرية(للزاوية المستوية بالتقدير الدائرى)

الاستيراديان: (للزاوية المجسمة)



شكل (١)

رابعاً: الكميات الاساسية والكميات المشتقة:

أ- الكميات الفيزيائية الاساسية : وتشمل الطول- الكتلة- الزمن

ب- الكميات الفيزيائية المشتقة : وتشمل كل الكميات الفيزيائية التى يلزم لتحديدها كميتين اساسيتين أو أكثر مثل: السرعة – العجلة – الكثافة.

جـ- معادلة الابعاد : هى صيغة رمزية تعبر عن كيفية احتواء الكمية الفيزيائية على الكميات الاساسية .

ومعادلة الابعاد لأى كمية فيزيائية هى: ل^{أ} ك^{ب} ز^{جـ}
حيث أ بعد الطول ، ب بعد الكتلة، جـ بعد الزمن.

أكمل الجدول التالى:

الكمية الفيزيائية	العلاقة المعبرة عنها	الوحدة التى تقاس بها	معادلة الابعاد
السرعة	.....	.....	.....
العجلة	.....	.....	.....
كمية التحرك	.....	.....	.....
القوة	.....	.....	.....
الشغل	.....	.....	.....
الضغط	.....	.....	.....

وصف الحركة

١- مفهوم الحركة:

الحركة هى التغير الحادث لموضع جسم فى الفضاء مع الزمن

٢- انواع الحركة :

حركة انتقالية

مثل: الحركة فى خط مستقيم كحركة المقذوفات واهم ما يميز الحركة الانتقالية وجود نقطة بداية ونقطة نهاية لها .

حركة دورية

مثل : الحركة فى دائرة – الحركة الدورانية - الحركة الاهتزازية – الحركة الموجية
اهم ما يميز الحركة الدورية انها حركة تكرر نفسها على فترات زمنية متساوية

٣- الازاحة: (ف متر)

- **الازاحة كمية فيزيقية متجهة تعبر عن المسافة الفاصلة بين نقطتين مقداراً واتجاهاً.**

اى هى التغير الحادث فى موضع الجسم فى الاتجاه من الوضع الابتدائى الى الوضع النهائى له.

- **المسافة : كمية قياسية يلزم لتحديدها معرفة مقدارها فقط.**
- **تمثيل الازاحة بيانياً:**

تمثل بسهم قاعدته عند نقطة البداية ورأسه عند نقطة النهاية واتجاهه يدل على اتجاه الازاحة وطوله يتناسب مع مقدار الازاحه بمقياس رسم مناسب .

٤- السرعة:

أ- السرعة : معدل التغير فى الازاحة.

اى الازاحة المقطوعة فى وحدة الزمن .

$$ع = \frac{\Delta ف}{\Delta ز} \quad م/ث.$$

ب- السرعة كمية متجهه: وحدة السرعة م/ث

ابعاد السرعة $ل ز^{-1}$

ج- أنواع السرعة :

(١) السرعة المنتظمة:

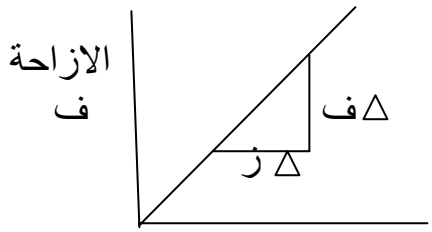
سرعة جسم يقطع مسافات متساوية فى ازمنة متساوية

ف = ع × ز

- **التمثيل البيانى للعلاقة بين (الازاحة- الزمن)**

(الجسم يتحرك بسرعة منتظمة)

يمكن ايجاد هذه العلاقه بقياس الازاحة والزمن لقرص من الثلج الجاف يتدحرج على سطح املس.



السرعة= ميل المستقيم

ع = $\frac{\triangle ف}{\triangle ز}$ م/ث.

(شكل ٢)

(٢) السرعة غير المنتظمة :

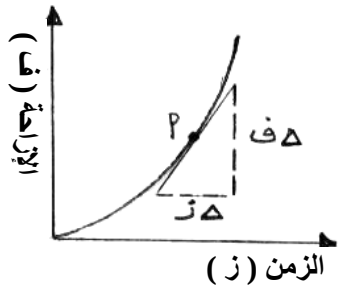
سرعة جسم يقطع مسافات غير متساوية فى أزمنة متساوية .

من أمثلتها حركة السيارة أو القطار أو جسم ساقط نحو سطح الارض .

- **التمثيل البيانى للعلاقة بين**

(الازاحة – الزمن)

(لجسم يتحرك بسرعة غير منتظمة وبعجلة منتظمة)



شكل (٣)

السرعة اللحظية :

وهى سرعة الجسم عند لحظة زمنية معينة

السرعة اللحظية = ميل المماس لهذا المنحنى عند النقطة التى تمثل هذه اللحظة.

السرعة اللحظية ع = $\frac{\triangle ف}{\triangle ز}$ **م / ث .**

والسرعة اللحظية تتغير من نقطة الى اخرى (لتغير ميل المماس من نقطة الى اخرى)

(٣) السرعة المتوسطة :

هى السرعة المنتظمة التى لو تحرك بها الجسم لقطع نفس المسافة فى نفس الفترة الزمنية .

$$\text{السرعة المتوسطة} = \frac{\text{المسافة الكلية}}{\text{الزمن الكلى}}$$

$$\bar{ع} = \frac{ف}{ز} \text{ م / ث} \longleftarrow \quad ف = \bar{ع} \times ز$$

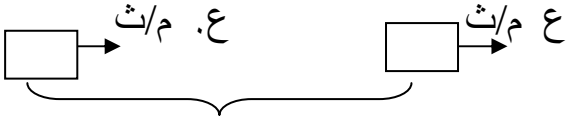
٥- العجلة:

العجلة هى معدل التغير فى السرعة

$$جـ = \frac{\Delta ع}{\Delta ز}$$

$$\text{العجلة} = \frac{\text{التغير فى السرعة}}{\text{التغير فى الزمن}}$$

شكل (٤)



$$جـ = \frac{ع - ع.}{ز} = \frac{\Delta ع}{\Delta ز}$$ ز ثانية

والعجلة كمية متجهة- وتقدر بوحدة م/ث^{٢} وابعادها ل ز$^{-٢}$

٦- قوانين الحركة بعجلة منتظمة فى خط مستقيم: (معادلات الحركة)

أ- العلاقة بين السرعة والزمن:

$$جـ = \frac{ع - ع.}{ز}$$

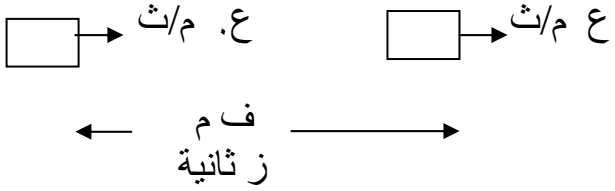
$$ع - ع. = جـ ز$$

$$\boxed{ع = ع. + جـ ز}$$

ب- العلاقة بين المسافة والزمن :

السرعة المتوسطة لجسم يتحرك بعجلة منتظمة

$$= \frac{\text{السرعة الابتدائية + السرعة النهائية}}{٢}$$



شكل (٥)

$$ع' = \frac{ع. + ع}{٢}$$

المسافة المقطوعة خلال زمن ز هى

ف = ع′ × ز

$$ف = \left[\frac{ع. + ع}{٢}\right] \times ز$$

و لكن ع = ع. + جـ ز

$$ف = \left[\frac{ع. + (ع. + جـ ز)}{٢}\right] \times ز$$

$$\boxed{ف = ع. ز + \frac{١}{٢} جـ ز^{٢}}$$

ملحوظة: عندما تكون ع. = صفر اى ان الجسم بدء الحركة من السكون فإن

$$ف = \frac{١}{٢} جـ ز^{٢}$$

- **التمثيل البيانى للعلاقة (السرعة – الزمن)**
(لجسم يتحرك بعجلة منتظمة)

(أولا) : اذا كان الجسم بدأ الحركة من السكون

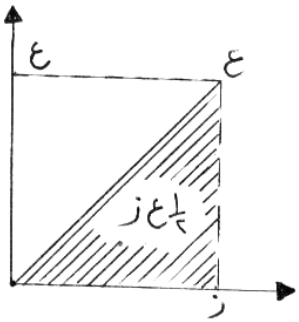
المسافة المقطوعة = المساحة تحت المنحنى

$$ف = \frac{١}{٢} ع\ ز$$

$$ف = \frac{١}{٢} [ع_{.} + جـ ز]\ ز$$

لكن ع. = صفر

$$\mathbf{ف = \frac{١}{٢} جـ\ ز^{٢}}$$



شكل (٦)

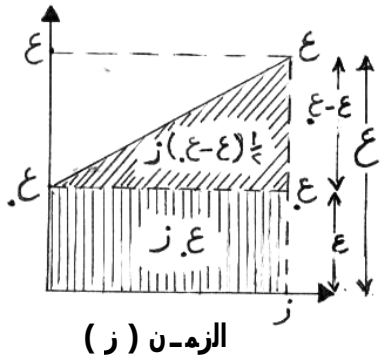
(ثانيا): اذا كان الجسم بدأ الحركة بسرعة ع. م/ث

المسافة المقطوعة = المساحة تحت المنحنى
ف = مساحة المستطيل + مساحة المثلث

$$ف = ع_{.} ز + \frac{١}{٢} (ع - ع_{.}) ز$$

$$ف = ع_{.} ز + \frac{١}{٢} \left[\frac{ع - ع_{.}}{ز} \right] ز^{٢}$$

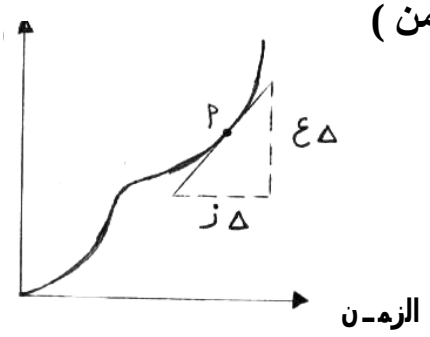
$$\mathbf{ف = ع_{.} ز + \frac{١}{٢} جـ\ ز^{٢}}$$



شكل (٧)

- **التمثيل البيانى للعلاقة (السرعة – الزمن)**
(لجسم يتحرك بعجلة غير منتظمة)

العجلة اللحظية $\mathbf{جـ = \frac{\Delta ع}{\Delta ز}}$ **م / ث^{٢}**



شكل (٨)

جـ - العلاقة بين المسافة والسرعة :

$ف = ع_{.} ز + \frac{١}{٢} جـ ز^{٢}$ ⟵ (١)

$ز = \frac{ع - ع_{.}}{جـ}$ ⟵ (٢) من (١) ، (٢)

$ف = ع_{.} \left[\frac{ع - ع_{.}}{جـ}\right] + \frac{١}{٢} جـ \left[\frac{ع - ع_{.}}{جـ}\right]^{٢}$

$٢ جـ ف = ع^{٢} - ع_{.}^{٢}$

$$ع^{٢} = ع_{.}^{٢} + ٢ جـ ف$$

اثبات اخر : $ع = ع_{.} + جـ ز$ بتربيع الطرفين

$ع^{٢} = (ع_{.} + جـ ز)^{٢}$

$ع^{٢} = ع_{.}^{٢} + ٢ ع_{.} جـ ز + جـ^{٢} ز^{٢}$

$ع^{٢} = ع_{.}^{٢} + ٢ جـ (ع_{.} ز + \frac{١}{٢} جـ ز^{٢})$

$ع^{٢} = ع_{.}^{٢} + ٢ جـ ف$

ملاحظة: العجلة

(+) اذا كانت السرعة متزيدة (العجلة التزايدية)

(-) اذا كانت السرعة متناقصة (العجلة التقصيرية)

٧) السقوط الحر :

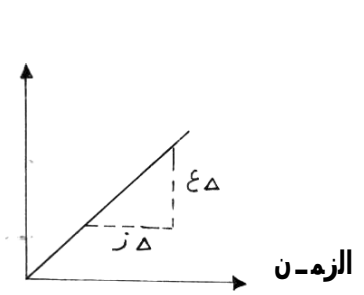
أ) السقوط الحر : هو سقوط الجسم تحت تأثير وزنه فقط

ب) عجلة السقوط الحر : هى العجلة المنتظمة التى تتحرك بها الاجسام الساقطة سقوطاً حراً نحو سطح الارض

ج) حساب عجلة الجاذبية الارضية :

يتم تصوير جسم ساقط سقوطاً حراً بطريقة التصوير الزمنى السريع (التصوير الستروبى) وتسجل قيماً عددية للمسافات المقطوعة منذ لحظة أسقاط الجسم الى ان يصل الى سطح الارض (خلال فترات زمنية منتظمة) ومن هذه النتائج يمكن حساب عجلة الجاذبية بأكثر من طريقة :

١) طريقة الرسم البيانى (السرعة – الزمن)
ميل المستقيم = عجلة السقوط الحر



شكل (٩)

٢) بأستخدام العلاقة :

$ع^{٢} = ع_{.}^{٢} + ٢ جـ ف$

$$جـ = \frac{ع^{٢}}{٢ ف} \quad م / ث^{٢}$$

والقيمة المتوسطة لعجلة الجاذبية الارضية تساوى ٩,٨ م / ث^{٢} وتختلف قيمة عجلة الجاذبية الارضية اختلافاً طفيفاً من موقع لاخر على سطح الارض .

تجارب عملية

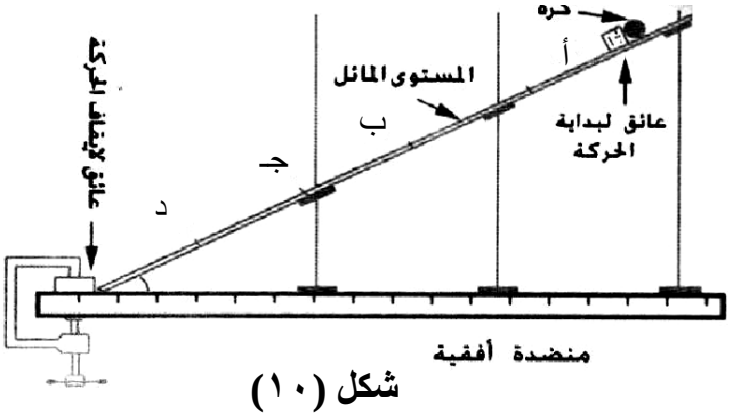
<u>تجربة (١)</u> تعيين العجلة التى يتحرك بها جسم :

أ) <u>فكرة التجربة :</u>

إذا تركت الكرة لتنزلق من السكون فإنها
تقطع مسافة (ف) حيث

$$ف = \frac{١}{٢} جـ ز^{٢}$$

وبتعيين الزمن الذى تقطع فيه الكرة مسافات مختلفة ورسم علاقة بين المسافة و مربع الزمن نحصل على خط مستقيم ميلة يساوى $\frac{١}{٢}$ **جـ** ومنها نوجد قيمة " جـ "



شكل (١٠)

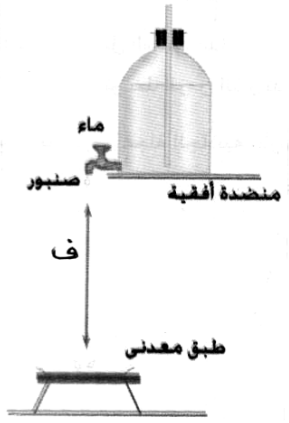
ب) <u>خطوات العمل :</u>

١) نهىء المستوى بحيث يكون ميلة على الافقى فى حدود ٢٠° تقريباً .
٢) نضع الكرة عند اى نقطة على المستوى ، نرفع العائق فتتحرك الكرة وبواسطة ساعة ايقاف نعين الزمن الذى تستغرقة لتصل للنقطة ب
٣) نكرر العمل السابق عدة مرات (ولتكن ٥ مرات) ونأخذ متوسط الزمن الذى تستغرقة الكرة لتصل للنقطة ب .
٤) نكرر العمل السابق لتعيين متوسط الزمن الذى تستغرقة الكرة منذ بداية حركتها حتى تصل الى النقطة جـ ثم النقطة ء وهكذا .
٥) تدون النتائج التى نحصل عليها فى جدول كالاتى :

النتائج	ف	قياسات الزمن					متوسط الزمن ز ثانية	ز^{2}
		ز 1	ز 2	ز 3	ز 4	ز 5		
الى أ								
الى ب								
الىجـ								
الى ء								
الى هـ								

نرسم علاقة بيانية بين ف على المحور الرأسى ، ز^{2} على المحور الافقى نحصل على خط مستقيم ميلة يساوى $\frac{1}{2}$ **جـ** ومنه نوجد قيمة جـ

تجربة (٢) : تعيين عجلة الجاذبية الارضية
باستخدام قطرات ماء تسقط سقوطاً حراً .



(شكل ١١)

أ – **الجهاز المستخدم :** كما بالرسم .

ب – **فكرة التجربة :** نعين الزمن الذى تستغرقة القطرة لقطع المسافة ف بدقة .
ومن العلاقة ف = $\frac{1}{2}$ **جـ ز**^{2} نوجد قيمة جـ

ج – **خطوات العمل :**

١) نهيء الجهاز للعمل بحيث تكون المسافة بين فوهة الصنبور وسطح الطبق تساوى ١ م . نقيس هذه المسافة بالضبط

٢) نتحكم فى الصنبور بعناية حتى تبدأ قطرة الماء فى السقوط فى نفس اللحظة التى يسمع فيها صوت ارتطام القطرة السابقة بالحوض . فيكون الزمن الذى تستغرقة القطرة للوصول الى الحوض مساوياً للزمن بين انفصال قطرتين متتاليتين من الصنبور .

٣) باستخدام ساعة ايقاف نوجد الزمن الذى يستغرقة انفصال ٥٠ قطرة متتالية ومنه نوجد الزمن بين اى قطرتين متتاليتين.

$$\text{ز} = \frac{\text{الزمن الكلى}}{\text{عدد القطرات}}$$

٤) نكرر العمل عدة مرات ونوجد متوسط ز ثم نحسب عجلة الجاذبية الارضية من العلاقة

$$\text{ف} = \frac{1}{2} \text{جـ ز}^2 \longrightarrow \text{جـ} = \frac{2\ \text{ف}}{\text{ز}^2} \quad \text{م / ث}^2$$

اسئلة على الفصل الاول

ضع علامة (√) امام العبارة الصحيحة :

١- الازاحة :
أ- كمية متجهة ٠
ب- كمية قياسية ٠
ج- كمية متجهة وحدتها م ٠
د- كمية قياسية وحدتها م٠

٢- السرعة :
أ- كمية قياسية
ب- كمية متجهه وحداتها م/ث
ج- كمية متجهه
د- كمية قياسية وحداتها م/ث

٣- العجلة :
أ- كمية متجهه
ب- كمية قياسية وحداتها م/ث^{٢}
ج- كمية قياسية
د- كمية متجهه وحداتها م/ث^{٢}

أكمل العبارات الاتيه :

أ- الازاحة هى .....

ب- الكمية القياسية هى .....

ج- الكية المتجهه هى .....

د- العجلة هى .....

هـ- السرعة .....

المسائل :

١ – تتحرك سيارة بسرعة ابتدائية ١٥ م / ث لتصل سرعتها خلال ٢,٥ ثانية الى سرعة نهائية ٢٠م / ث . احسب العجلة التى تتحرك بها السيارة خلال تلك الفترة .
(٢م / ث^{٢}) .

٢ – طائرة تلامس ارضية الممر اثناء هبوطها بسرعة ابتدائية ١٦٠ م / ث وتتطلب زمناً قدرة ٣٢ ثانية لتتوقف تماماً إحسب العجلة التى تتحرك بها الطائرة خلال تلك الفترة .
(٥م / ث^{٢})

٣ – انزلق جسم على سطح أملس فقطع مسافة قدرها ٩ متر فى ثلاث ثوانى فما هو الزمن محسوباً من نقطة البداية الذى تصل فيه سرعة الجسم الى ٢٤ م/ث . (١٢ ث)

٤ – يسير اتوبيس بسرعة قدرها ٢٠م/ ث فإذا بدأ السائق يهدىء من السرعة بمعدل ثابت قدرة ٣م/ ث فى كل ثانية أحسب المسافة التى يقطعها قبل أن يتوقف . (٦٧ متر)

٥ – تتحرك سيارة بسرعة قدرها ٣٠ م / ث وخلال ٥ ثوانى أصبحت السرعة ١٠م / ث
إحسب :
أ- عجلة الحركة ب – المسافة المقطوعة فى الثانية الثالثة
(٤ م / ث^{٢} – ٢٠م)

٦ – اسقطت كرة من السكون من ارتفاع ٤٠ م فوق سطح الارض إحسب :
أ- سرعتها قبل اصطدامها بالارض مباشرة
ب – الزمن اللازم لوصولها الى الارض علماً بان عجلة السقوط الحر تساوى ٩,٨ م / ث^{٢}
(٢٨م / ث ، ٢,٨٤ ث)

٧- قذفت كرة الى اعلى من نقطة ما فعادت الى نفس النقطة بعد ٤ ثوانى من لحظة اطلاقها
إحسب السرعة الابتدائية (١٩,٦ م / ث)

الفصل الثانى

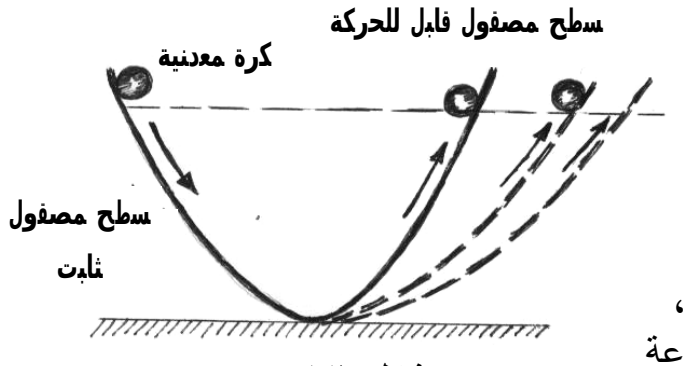
قوانين نيوتن للحركة

ما هى مسببات الحركة ؟

١ – تجارب جاليليو :

بانقاص ميل السطح الثانى تدريجيا ، تزداد المسافة التى تقطعها الكرة على السطح الثانى قبل ان تتوقف .

لذلك توقع جاليليو انه عندما يصبح السطح افقيا ، ستتحرك الكرة عليه فى خط مستقيم بنفس السرعة الى مالا نهاية ، بغرض ان هذا السطح غير محدود .



شكل (١٢)

٢ – القانون الاول لنيوتن :

أ) نص القانون الاول لنيوتن :

يبقى الجسم الساكن ساكنا ويبقى الجسم المتحرك فى خط مستقيم متحركا بسرعة منتظمة ما لم تؤثر عليه قوة خارجية تغير من حالتة .

ب) شرح القانون الاول لنيوتن

لهذا القانون شقان :

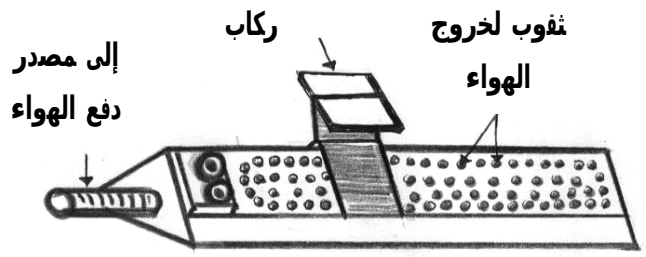
الشق الاول : حالة الجسم الساكن (فهو يظل ساكنا طالما انه لا توجد قوة خارجية تغير من حالتة)

الشق الثانى : حالة الجسم المتحرك : ولاحظ هنا انه كلما قلت او انعدمت قوى الاحتكاك فإنه من المفروض ان يستمر الجسم فى حركتة فى خط مستقيم بسرعة منتظمة

وافضل الطرق لانقاص قوى الاحتكاك الى اقل قيمة ممكنة تتمثل فى استخدام وسادة هوائية . كالموضحة بالرسم :

استخدمات الوسادة الهوائية :

تستخدم الوسادة الهوائية لتقليل قوى الاحتكاك



شكل (١٣)

جـ) الصيغة الرياضية للقانون الاول لنيوتن :

مج ق = صفر

د) القصور الذاتى لجسم :

١ – **القصور الذاتى لجسم هو** خاصية احتفاظ الجسم بحالتة من حيث السكون او الحركة ويتوقف القصور الذاتى لجسم على كتلتة ، اى ان القصور الذاتى لجسم يزداد بإزدياد الكتلة .

٢- أمثلة عى القصور الذاتى فى حياتنا اليومية :

- اندفاع الركاب الى الخلف عند تحريك السيارة فجأة الى الامام .
- اندفاع الركاب الى الامام عند توقف السيارة فجأة .

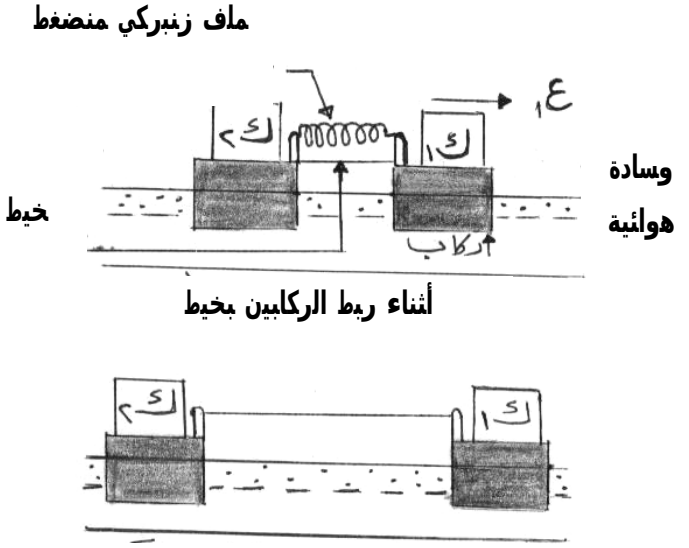
لذلك يطلق على القانون الاول لنيوتن اسم " قانون القصور الذاتى "

٣- تجربة للمقارنة بين القصور الذاتى لجسمين مختلفي الكتلة:

$$\frac{ع_2}{ع_1} = \text{ثابت}$$

$$\frac{ك_1}{ك_2} = \text{نفس المقدار الثابت}$$

$$\therefore \frac{ك_1}{ك_2} = \frac{ع_2}{ع_1}$$



شكل (١٤)

٤) الكتلة القصورية :

عندما ك٢ = ١ كجم

ك١ = ١كجم ($\frac{ع_2}{ع_1}$) وتعرف هذه الكتلة بالكتلة القصورية .

- **الكتلة القصورية لجسم :** تساوى النسبة بين سرعة وحدة الكتل وسرعة الجسم عندما يتأثران بنفس القوة .

٣) كمية التحرك :

كمية فيزيقية متجهة تقدر بحاصل كتلة الجسم بسرعته اللحظية

كمية التحرك = ك × ع كجم . م/ ث

وحدتها كجم . م/ ث وابعادها ك . ل . ز$^{-١}$

٤) القوة :

أ – **مفهوم القوة :** المؤثر الخارجى الذى يغير من سرعة الجسم مقدارًا أو اتجاها او كليهما

(أى يغير من حاة الجسم المادى من حيث سكونة او حركتة)

ب – أتزان القوى

قوى متزنة قوى غير متزنة

مج ق = صفر مج ق ≠ صفر

وبتالى تغير من حالة الجسم .

ج- صياغة اخرى لقانون نيوتن الأول :

فى غياب قوة محصلة مؤثرة يبقى الجسم الساكن ساكناً ويبقى الجسم المتحرك فى خط مستقيم متحركاً بسرعة منتظمة

ء- انواع القوى :

(١) قوى الجاذبية (قوى تثاقلية)

(٢) قوى كهرومغناطيسية

(٣) قوى نووية صغيرة

(٤) قوى نووية كبيرة

٥- القانون الثانى لنيوتن :

أ- نص القانون الثانى لنيوتن:

القوة المحصلة المؤثرة على جسم ما تساوى المعدل الزمنى للتغير فى كمية تحرك هذا الجسم .

ويكون اتجاه القوة هو نفسه اتجاة كمية التحرك .

$$\text{ق} = \frac{\triangle(\text{ك ع})}{\triangle \text{ ز}} \longleftarrow \text{ق} = \text{ك} \frac{\triangle \text{ ع}}{\triangle \text{ ز}}$$

ق = ك × جـ نيوتن ومنهـــــــا جـ ∝ ق

ب- وحدة القوة فى النظام الدولى :

النيوتن (كجم . م / ث٢) أبعاد القوة ك ل ز$^{-٢}$
القوة التى اذا اثرت على جسم كتلته ١ كجم تكسبه عجلة مقدارها ١ م / ث^{٢}

ج- الكتلة التثاقلية :

اذا اثرت قوتان متساويتان على جسمين كتلتاهما ك$_{١}$ ، ك$_{٢}$ يكتسب الجسمان عجلتين مختلفتين هما جـ$_{١}$ ، جـ$_{٢}$

ق = ك$_{١}$جـ$_{١}$ ، ق = ك$_{٢}$ جـ$_{٢}$

∴ ك$_{١}$جـ$_{١}$ = ك$_{٢}$ جـ$_{٢}$

$$\text{ك}_{١} = \text{ك}_{٢} \frac{\text{جـ}_{٢}}{\text{جـ}_{١}}$$ و عندما ك$_{٢}$ = ١ كجم

$$\text{ك}_{١} = ١ \text{ كجم} \left[\frac{\text{جـ}_{٢}}{\text{جـ}_{١}}\right]$$ و تعرف هذه الكتلة بالكتلة التثاقلية

الكتلة التثاقلية لجسم :
تساوى النسبة بين عجلة وحدة الكتل وعجلة الجسم عندما يتأثران بنفس القوة .

ء- الكتلة والوزن :

الكتلة	**الوزن**
١- الكتلة كمية قياسية وتعتبر مقياساً للقصور الذاتى للجسم ، لذلك تعرف الكتلة القصورية بأنها مقاومة الجسم لتغيير سرعته عند التصادم	وزن الجسم هو قوة جذب الارض له وهو كمية متجهه

٢- تقدر الكتلة بوحدة الكيلو جرام	يقدر الوزن بوحدة النيوتن
٣- كتلة الجسم ثابتة	يتغير الوزن من مكان لاخر لتغير عجلةالجاذبية
٤- تتعين كتلة الجسم من العلاقة	يتعين وزن الجسم من العلاقة

$$ك_{١} = ١ \text{ كجم} \left[\frac{ع_{٢}}{ع_{١}} \right]$$

و = ك × جـ
حيث جـ عجلة الجاذبية الارضية

$$ك_{١} = ١ \text{ كجم} \left[\frac{جـ_{٢}}{جـ_{١}} \right]$$

٦- القانون الثالث لنيوتن :

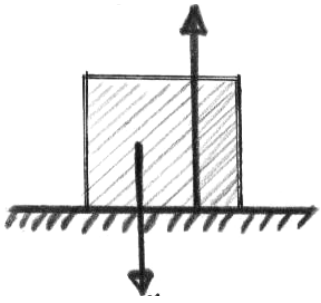
أ- نص القانون الثالث لنيوتن:

عندما يؤثر جسم ما على جسم آخر بقوة فإن الجسم الآخر يؤثر على الجسم الأول بقوة مساوية لها فى المقدار و مضادة لها فى الاتجاه .
اى أنه :
لكل فعل رد فعل مساو له فى المقدار ومضاد له فى الاتجاه

ب- تطبيقات على القانون الثالث لنيوتن :

فى حالة الجسم الساكن

ق٢ (رد فعل المنضدة على الجسم)



ق١ (فعل الجسم على المنضدة)

ق١ = - ق٢

شكل (١٥)

فى حالة الجسم المتحرك

(١)عندما يقفز لاعب الى أعلى فإنه يضغط بقدمه على الارض بقوة ق$_{١}$ الى اسفل (فعل).

(٢)تضغط الارض على اللاعب بقوة ق$_{٢}$ الى اعلى (رد فعل)

(٣)ق$_{١}$ = - ق$_{٢}$ ← ك$_{١}$ج$_{١}$ = - ك$_{٢}$ ج$_{٢}$

ج$_{١}$ عجلة حركة اللاعب نحو الارض ج$_{٢}$ عجلة حركة الارض نحو اللاعب اثناء وجوده فى الهواء قافزاً

(٤) حركة اللاعب نحو الارض ملحوظة لأنه يتحرك بعجلة السقوط الحر اما حركة الارض فغير ملحوظة لأنها مقدار صغير بسبب إن كتلتها كبيرة جداً

الحركة الدائرية :

أ – **مفهوم الحركة الدائرية :** هى حركة جسيم على محيط دائرة
وهناك كثير من الاجسام تتحرك فى مسارات دائرية او شبه دائرية

مثل : حركة الارض والكواكب حول الشمس – حركة الالكترونات حول النواه – حركة الاقمار الصناعية وسفن الفضاء حول الارض

تنقسم الحركة الدائرية الى

حركة دائرية منتظمة وفيها تكون سرعة الجسم المتحرك فى مسار دائرى ثابتة	حركة دائرية غير منتظمة وفيها تكون سرعة الجسم المتحرك فى مسار دائرى غير ثابتة

ب – القوة الجاذبة المركزية :

١) (اثبات وجود قوة جاذبة مركزية فى الحركة الدائرية)

أ – عندما يتحرك جسم حركة دائرية منتظمة فإن اتجاه السرعة يتغير بإستمرار فى فترات زمنية متساوية

ب - تغير اتجاه السرعة يعنى وجود عجلة عمودية على اتجاه السرعة . وهذا يتطلب وجود قوة فى اتجاه العجلة .

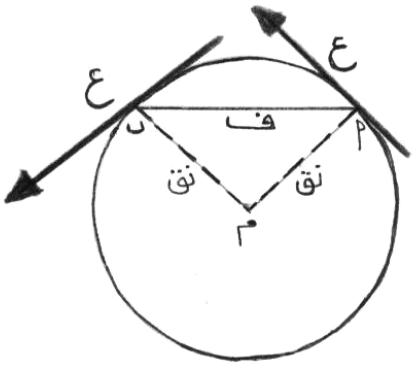
جـ- وحيث ان اتجاه السرعة عند اى نقطة على محيط الدائرة يمثل بالمماس للدائرة عند تلك النقطة .

∴ القوة التى تعمل على تغيير اتجاه السرعة بإستمرار تكون متجهة نحو مركز الدائرة (لانها دائماً عمودية على السرعة)

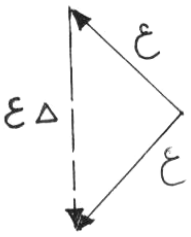
وتسمى هذه القوة : **بالقوة الجاذبية المركزية**

وهى القوة التى تغير اتجاه حركة الجسم من نقطة الى اخرى على طول المسار الدائرى ، وبدونها لا يمكن ان توجد الحركة الدائرية .

٢) العجلة المركزية (جـ م)



شكل (١٦)



وتمثل التغير في إتجاه السرعة فقط

Θ Δ السرعة ، Δ م أ ب متشابهان

∴ $\frac{\text{أ ب}}{\text{نق}} = \frac{\Delta \text{ع}}{\text{ع}}$ ⟵ (١) بفرض ان $\overset{\frown}{\text{أ ب}}$ = أب

Θ المسافة التى تحركها الجسم من أ الى ب = ع × Δ ز ⟵ (٢)

جـ م = $\frac{\Delta \text{ ع}}{\Delta \text{ ز}}$ و منها Δ ع = جـ م × Δ ز ⟵ (٣) بالتعويض من ٢،٣ فى ١

المركز $\frac{\text{ع} \times \Delta \text{ ز}}{\text{نق}} = \frac{\text{جـ م} \times \Delta \text{ ز}}{\text{ع}}$ ⟵

$$\text{جـ م} = \frac{\text{ع}^{٢}}{\text{نق}}$$

وهى متجهة نحو

(٣) مقدار القوة الجاذبة المركزية : (ق$_م$)

ق$_م$ = ك × جـ م ∴ $\boxed{\text{ق}_م = \text{ك} \times \frac{\text{ع}^2}{\text{نق}}}$ ← (١)

ما هى العوامل التى تتوقف عليها القوة الجاذبة المركزية؟

١- كتلة الجسم **ق$_م$** ∝ **ك**

٢- سرعة الجسم **ق$_م$** ∝ **ع^2**

٣- نصف قطر المسار الدائرى **ق$_م$** ∝ $\frac{١}{\text{نق}}$

☼ **صور رياضية آخرى لمقدار ق$_م$:**

∴ **ع** = $\frac{\text{٢ ط نق}}{\text{ز}}$

حيث ز زمن الدورة

∴ $\boxed{\text{ق} = \frac{\text{ك ٤ ط}^2 \text{ نق}}{\text{ز}^2}}$ ← **(٢)**

∴ **التردد** = $\frac{١}{\text{الزمن الدورى}}$

تر = $\frac{١}{\text{ز}}$

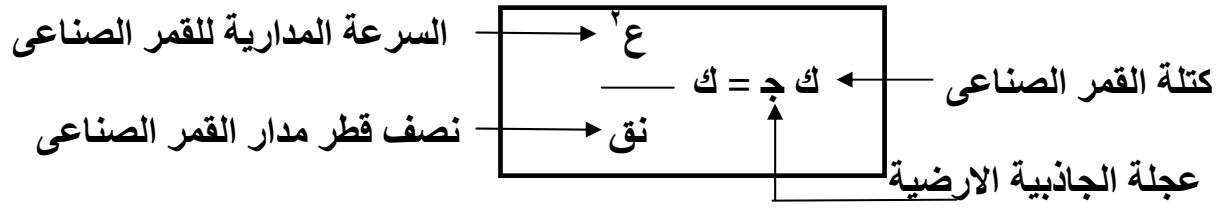
$\boxed{\text{∴ ق} = \text{ك (٤ ط}^2 \text{ تر}^2 \text{ نق)}}$ ← **(٣)**

ج- تطبيقات على الحركة الدائرية :

☼ **حركة الاقمار الصناعية حول الارض**

١- يكمن النظر الى القمر الصناعى فى مداره كجسيم يسقط سقوطاً حراً نحو الارض ومع ذلك يظل فى حركته على ارتفاع ثابت من سطح الارض

٢- نظراً لأن القمر الصناعى يتخذ حول الارض مساراً دائرياً تقريباً ، فإنه يمكن استخدام معادلات الحركة الدائرية لوصف الحركة



$$\therefore \text{ جـ} = \frac{ع^{٢}}{نق} \quad \text{و منها} \quad \boxed{ع = \sqrt{\text{جـ نق}}}$$

☼ **حركة الالكترون حول النواة :**

تتكون ذرة الهيدروچين من نواة تحتوى على بروتون واحد وتحمل شحنة واحدة موجبة (+ش) يدور حولها الكترون يحمل شحنة سالبة (- ش) فى مدار نصف قطره نق = ٠,٥ × ١٠$^{-١٠}$ متر .
والالكترون يدور بسرعة منتظمة (ع) ويكون الالكترون فى حركته متزناً تحت تأثير قوتين :

١- قوة تجاذب بينه وبين النواة $\quad ق = ثا \frac{ش^{٢}}{نق^{٢}} \quad$ نيوتن

٢- قوة طاردة كرد فعل للقوة الجاذبة المركزية $\quad ق = ك \frac{ع^{٢}}{نق} \quad$ نيوتن

$$\therefore \text{ ثا } \frac{ش^{٢}}{نق^{٢}} = \text{ ك } \frac{ع^{٢}}{نق}$$

$$\therefore \quad ع^{٢} = ثا \frac{ش^{٢}}{ك \, نق}$$

بالتعويض عن الثوابت الفيزيقية المختلفة المعطاه نجد أن :

ع = ٢,٢٥ × ١٠^{٦} م / ث

اسئلة على الفصل الثانى

أ- أكمل العبارات الاتية :

١- القوة .....

٢- النيوتن هو .....

٣- العجلة المركزية = ...

٤- القصور الذاتى لجسم .....

٥- القانون الاول لنيوتن .....

٦- القوة الجاذبية المركزية = ...

ب- ضع علامة (√) امام العبارة الصحيحة :

١- القوة كمية متجهه وحداتها
- النيوتن
- الكيلو جرام
- الجول
- الوات

٢- الكتلة
- كمية متجهه
- كمية قياسية
- كمية قياسية وحداتها الكيلو جرام
- هى الوزن

٣- الوزن
- كمية متجهه
- كمية قياسية
- يساوى الكتلة
- كمية متجهه وحداتها النيوتن

تمارين

١- جسم كتلته ٠,٢٥ كجم يتحرك بسرعة تتغير بمعدل ٢٠ م / ث كل ٥ ثوانى . احسب القوة المؤثرة . (١ نيوتن)

٢- قوة قدرها ١٠ نيوتن تؤثر على جسم كتلته ٤ كجم فى حالة سكون موجود على سطح افقى املس ، فكم تكون السرعة التى يتحرك بها الجسم وكم تكون المسافة التى يقطعها الجسم بعد ٦ ثوانى من بدء تأثير القوة . (ع = ١٥ م / ث - ف = ٤٥ م)

٣- جسم كتلته ٤ كجم يتحرك على سطح خشن بسرعة ١٥ م / ث و توقف على بعد ٢٠ م على السطح الخشن ، فما مقدار قوى الاحتكاك مع السطح الخشن .
(٢٢,٤ نيوتن)

٤- يتحرك جسمان مختلفان فى الكتلة بتأثير قوتين متساويتين ، فكانت سرعة الاول ١٠ م / ث وسرعة الثاني ٨ م / ث احسب الكتلة القصورية للثانى اذا كانت كتلة الاول ١ كجم .
(١,٢٥ كجم)

٥- جسمان كتلتاهما ٨ كجم ، ١ كجم يتأثران بقوتين متساويتين ، احسب سرعة الجسم الاول علماً بإن سرعة الجسم الثانى ٤ م / ث . (٠,٥ م / ث)

٦- جسم كتلته ٣ كجم يتحرك بسرعة منتظمة قدرها ٢٠٠سم /ث – احسب كمية التحرك بالوحدات الدولية . (٦ كجم. م / ث)

٧- جسم كتلته ١٠٠٠كجم اوجد وزن الجسم على سطح الارض وعلى سطح القمر علماً بأن عجلة الجاذبية الارضية ٩،٨ م / ث^{٢} ، و عجلة الجاذبية على سطح القمر $\frac{١}{٦}$ عجلة الجاذبية الارضية .
(٩٨٠ نيوتن ، ١٦٣,٣ نيوتن)

٨- عندما أثرت قوتان متساويتان على جسمين مختلفين الاول كتلته مجهولة فتحرك بعجلة ٦ م / ث^{٢} ، و الثانى كتلته ١ كجم فتحرك بعجلة ٣ م / ث^{٢} فما مقدار الكتلة التثاقلية للجسم المجهول .
($\frac{١}{٢}$ كجم)

٩- يقفز سباح كتلته ٦٠ كجم نحو الماء من ارتفاع ٤ م ما العجلة التى تتحرك بها الارض نحو السباح اثناء سقوطه علماً بإن الارض ٦ × ١٠^{٢٤} كجم وعجلة الجاذبية الارضية ٩,٨ م / ث^{٢}. (جـ = -٩,٨ × ١٠$^{-٢٣}$ م / ث^{٢})

١٠- جسم كتلته ٢١ كجم يتحرك على محيط دائرة بسرعة منتظمة مقدارها ٤ م / ث^{٢} ، فما مقدار العجلة المركزية والقوة الجاذبة المركزية المؤثرة على الجسم اذا علمت ان طول المسار الدائرى يساوى ٨٨ م .

١١- جسم كتلته ٥ كجم يتحرك حول محيط دائرة بسرعة ١٢٠ دورة / دقيقة أوجد :
(أولا) : العجلة المركزية إذا كان نصف قطر الدائرة ٤٩ سم
(ثانياً) : القوة الجاذبة المركزية .
(ثالثاً) : السرعة المدارية للجسم على محيط الدائرة .
(٧٧,٤٤م / ث^{٢} – ٣٧٨,٢ نيوتن - ٦,١٦م / ث)

١٢- يدور القمر الصناعى حول الارض على ارتفاع ٣٠٠ كم من سطح الارض ، فإذا علم ان زمن الدورة الواحدة ٥,٢ × ١٠^{٣} ثانية و عجلة الجاذبية الارضية ٩,٨ م / ث^{٢} فإحسب نصف قطر الكرة الارضية . (٦٤٠٠ كم)

١٣- يتخذ قمر صناعى مداراً دائرياً حول الارض على ارتفاع ٤٠٠ كم فوق سطح الارض ، فإذا كان نصف قطر الارض ٦٤٠٠ كم ، وعجلة الجاذبية الارضية ٩,٨م / ث^{٢} فإحسب :
(أولاً) : سرعته المدارية
(ثانياً) : الزمن اللازم ليتم دورة كاملة . (٨,١٦٣ × ١٠^{٣} م / ث – ٥,٢ × ١٠^{٣} ث)

١٤- الكترون ذرة هيدروچين نصف قطر مداره ٠,٥ × ١٠$^{-١٠}$ متر فإذا علمت ان
ش$_{p}$ =+١,٦ × ١٠$^{-١٩}$كولوم ، ش$_{e}$ = -١,٦ × ١٠$^{-١٩}$كولوم
وكتلة الالكترون ٩,١ ×١٠$^{-٣١}$كجم فما قيمة السرعة المدارية للالكترون .
(ع = ٢,٢٥ × ١٠^{٦} م / ث)

الفصل الثالث

(قانون الجذب العام لنيوتن)

بين اى كتلتين قوة جذب متبادلة تتناسب طردياً مع حاصل ضرب الكتلتين و عكسياً مع مربع المسافة بينهما

$$ق \propto \frac{ك_{١} \times ك_{٢}}{ف^{٢}}$$

$$ق = ج \frac{ك_{١} \times ك_{٢}}{ف^{٢}}$$

حيث ج مقدار ثابت يسمى بثابت الجذب العام ومقداره ٦,٦٧ × ١٠$^{-١١}$ نيوتن . م^{٢} / كجم^{٢} و ابعاده (ك$^{-١}$ ل^{٣} ز$^{-٢}$)

عرف ثابت الجذب العام ؟

يقدر بقوة الجذب بين جسمين كرويين كتلة كل منها ١ كجم والمسافة بين مركزيهما ١ متر و يساوى ٦,٦٧ × ١٠$^{-١١}$ نيوتن . م^{٢} / كجم^{٢} .

☼استنتاج قانون الجذب العام :

اولا : ايجاد العلاقة بين القوة وكل من
<u>كتلة الكوكب وبعده عن الشمس.</u>

١- باعتبار ان الكوكب يتخذ مساراً دائرياً حول الشمس بدلا من القطع الناقص
(هذا يعتبر تقريباً لا بأس به)

$$\therefore ج_{م} = \frac{٤ط^{٢} نق}{ز^{٢}} \quad (١)$$

٢- من القانون الثالث لكيبلر : **(والذى ينص على ان مربع الزمن الدورى لأى كوكب يتناسب طردياً مع مكعب متوسط بعده عن الشمس)**

$$ز^{٢} = ثا\ نق^{٣} \qquad (٢)$$

بالتعويض فى العلاقة (١)

$$\therefore\ جـ_{م} = \frac{٤ط^{٢}\ نق}{ثا\ نق^{٣}}$$

$$\therefore\ جـ_{م} = \left[\frac{٤ط^{٢}}{ثا}\right]\left[\frac{١}{نق^{٢}}\right]$$

٢- من القانون الثانى لنيوتن

$$ق = ك \times جـ_{م}$$

$$ق = ك \times \left[\frac{٤\ ط^{٢}}{ثا}\right]\left[\frac{١}{نق^{٢}}\right]$$

$$\therefore\ ق \propto \frac{ك}{نق^{٢}} \qquad (٣)$$

و هذا يعنى ان قوة جذب الشمس للكوكب تتناسب طردياً مع كتلة الكوكب وعكسياً مع مربع المسافة بين الكوكب والشمس

ثانياً : ايجاد العلاقة بين القوة وكتلة الشمس .

- حسب القانون الثالث لنيوتن فإن لكل فعل رد فعل مساو له فى المقدار ومضاد له فى الاتجاه .

ونظراً لان الشمس تجذب الكوكب بقوة معينة ٠

∴ لابد وان الكوكب يجذب الشمس بقوة مساوية فى المقدار ومضادة فى الاتجاه.

و قد وجد نيوتن ان مقدار هذه القوة لابد وان يتناسب مع كتلة الشمس ك

∴ ق ∝ ك (٤)

من (٣) ، (٤)

$$\therefore \text{ق} \propto \frac{\text{ك} \times \text{ك}}{\text{نق}^2}$$

$$\therefore \text{ق} = \text{ج} \frac{\text{ك} \times \text{ك}}{\text{نق}^2}$$

و بصفة عامة :

$$\text{ق} = \text{ج} \frac{\text{ك}_1 \times \text{ك}_2}{\text{ف}^2}$$

☼ تطبيقات على قانون الجذب العام:

أولا : تعيين كثافة الارض :

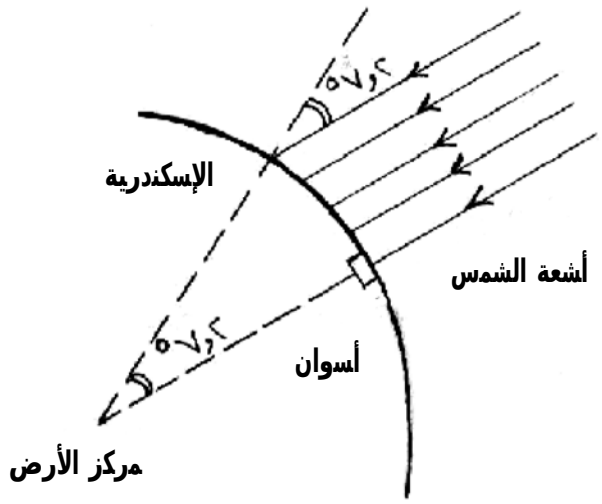
١- ايجاد نصف قطر الارض

- **طريقة ايراتوثينس**

(٢٥٠ ق.م)

(١) - فى ظهر يوم ٢١ يونيو تكون الشمس عمودية تماماً فوق اسوان وفى نفس الوقت عند الاسكندرية تميل بزاوية ٢ ،٧° والمسافة بين اسوان والاسكندرية ٨٠٠كم .

(٢)-



شكل (١٧)

$$\frac{\text{طول القوس}}{\text{طول محيط الارض}} = \frac{٧,٢}{٣٦٠}$$

$$\frac{٨٠٠}{\text{محيط الارض}} = \frac{١}{٥٠}$$

محيط الأرض = ٤٠٠٠٠ كم

$$\text{نق} = \frac{\text{محيط الأرض}}{٢\text{ط}} = \frac{٤٠٠٠٠}{٢\text{ط}}$$

$\text{نق}_{\text{للارض}}$ = ٦٣٦٠ كم

= ٦,٣٦ × ١٠^{٦} متر.

طريقة البيرونى

(١) اختار جبل يطل على
مياه البحر او سهل منبسط
وقاس ارتفاع الجبل عن سطح البحر(ل)

(٢) قام بقياس زاوية ميل
اشعة الشمس وقت
الغروب (هـ)

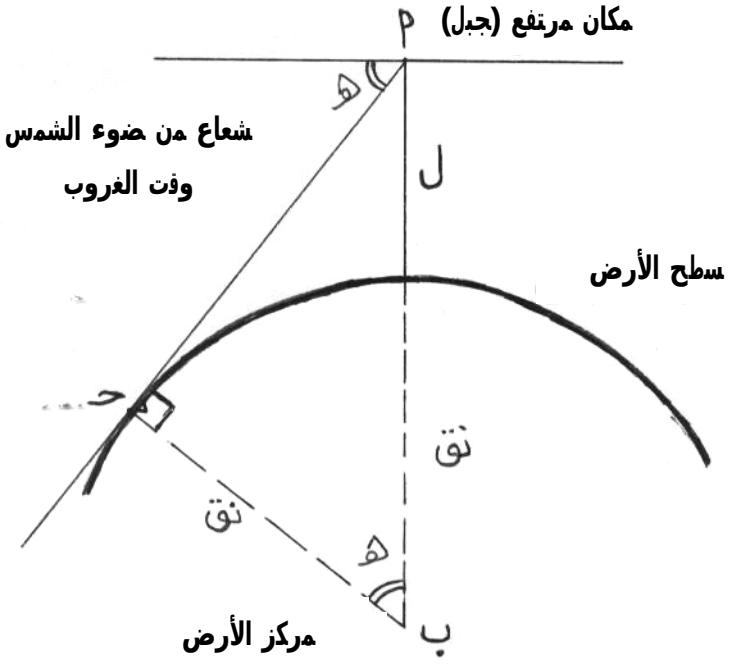
(٣) من هندسة الشكل :

$$\frac{\text{ب جـ}}{\text{ا ب}} = \text{جتا هـ}$$

$$\frac{\text{نق}}{\text{نق + ل}} = \text{جتا هـ}$$

و منها :

$$\text{نق} = \frac{\text{ل جتا هـ}}{\text{١ - جتا هـ}}$$



شكل (١٨)

حساب كتلة الارض

(١) من قانون الجذب العام نحسب قوة جذب الارض المؤثرة على جسم كتلته ١ كجم .

$$ق = ج \frac{ك_{للارض} \times ١}{نق^{٢}}$$

$$ق = ٦،٦٧ \times ١٠^{-١١} \frac{ك \times ١}{(٦،٣٦ \times ١٠^{٦})^{٢}} \quad (١)$$

(٢) و لكن قوة جذب الارض لهذه الكتلة تساوى وزنها .

$$ق = ك \times جـ$$
$$= ١ \times ٩,٨ \quad (٢)$$

من (١) ، (٢)

يمكن حساب ك للارض و تساوى
$٥,٩٨ \times ١٠^{٢٤}$ كجم

حساب حجم الارض

حجم الكرة = $\frac{٤}{٣}$ ط نق^{٣}

حجم الارض = $\frac{٤}{٣} \times \frac{٢٢}{٧}$ (٦,٣٦ × ١٠^{٦})^{٣}

= ١,٠٧٨ × ١٠ ^{٢١}م^{٣}

كثافة الارض

ويمكن حسابها من العلاقة :

$$\text{كثافة الارض} = \frac{\text{الكتلة}}{\text{الحجم}}$$

$$= \frac{٥,٩٨ \times ١٠^{٢٤}}{١,٠٧٨ \times ١٠^{٢١}}$$

= ٥,٥٤×١٠^{٣} كجم / م^{٣}

= ٥,٥٤ جم/ سم^{٣}

ثانياً : <u>حساب سرعة القمر الصناعى اللازمة لاستمراره فى مداره :</u>

١) نفرض ان كتلة القمر الصناعى ك١ وكتلة الارض ك .
٢) لكى يحتفظ القمر الصناعى بمداره يجب ان يكون متزنا تحت تأثير قوتين :

قوة جذب الارض له ـــــ القوة الطاردة المركزية

$ق = ج \frac{ك \times ك_{١}}{نق^{٢}}$ ، $ق = ك_{١} \frac{ع^{٢}}{نق}$

$ع^{٢} = ج \frac{ك}{نق}$ و منها $\mathbf{ع = \sqrt{ج \frac{ك}{نق}}}$

س: اثبت ان السرعة المدارية للقمر الصناعى تتناسب عكسياً مع الجذر التربيعى لنصف قطر المدار ؟

<u>ملحوظة</u> : المقدار ج $\frac{ك}{نق^{٢}}$ = جـ (عجلة السقوط الحر)

$\therefore$ ج $\frac{ك}{نق}$ = جـ نق

$\mathbf{ع = \sqrt{جـ نق}}$ وهى نفس العلاقة المستنتجة سابقاً

اسئلة على الفصل الثالث

١- أكمل كل من العبارات الآتية :

أ- ثابت الجذب العام هو .....

ب- ينص قانون الجذب العام لنيوتن على .....

ج- قوة الجذب بين كتلتين تتناسب .....

٢- أشرح طريقة يمكن بواسطتها قياس نصف قطر الارض .

تمارين :

١) أحسب قوة الجذب بين كرتين كتلتاهما ٢٠ كجم ، ١٠ كجم والمسافة بين مركزيهما ٥٠ سم علما بإن ثابت الجذب العام ٦,٦٧ × ١٠$^{-١١}$ نيوتن . م^{٢}/كجم^{٢} ٠

٢) قمر صناعى يدور حول الارض فى مدار دائرى تقريباً على ارتفاع ٩٤٠ كم من سطح الارض فما مقدار سرعته المدارية اذا كانت كتلة الارض ٦ × ١٠ ^{٢٤} كجم ،
ج = ٦٦,٧ × ١٠$^{-١١}$ ، نق $_{للارض}$ = ٦٣٦٠ كم ٠

٣) احسب كتلة الارض اذا علمت ان نق $_{للارض}$ ٦٣٦٠ كم ، عجلة السقوط الحر = ٩,٨ م / ث^{٢} وثابت الجب العام ٦,٦٧ × ١٠$^{-١١}$ نيوتن م٢/ كجم^{٢} ٠

الفصل الرابع : الطاقة

قوانين البقاء

١ – الشغل

أ – إذا اثرت قوة ق على جسم وحركتة فى اتجاه خط عملها مسافة ف فإن القوة تكون قد بذلت شغلا مقداره :

شغ = ق × ف وهو كمية قياسية .

اى ان الشغل يتوقف على

١) قوة مؤثرة ٢) ازاحة فى اتجاه القوة

ب – وحدة الشغل : (الجول) :

هو الشغل الذى تبذلة قوة مقدارها ١ نيوتن لتحرك جسما مسافة ١ متر فى نفس اتجاه خط عمل القوة

١ جول = ١ نيوتن × ١ متر

ومعادلة ابعاد الشغل **ك ل^{٢} ز$^{-٢}$**

ج- حساب الشغل المبذول بواسطة قوة (ق) تحرك جسما على سطح افقى املس مسافة (ف) وتميل القوة على السطح بزاوية (θ) :

بتحليل ق الى مركبتين :

مركبة افقية

فى نفس اتجاه

ف : ق جتا θ

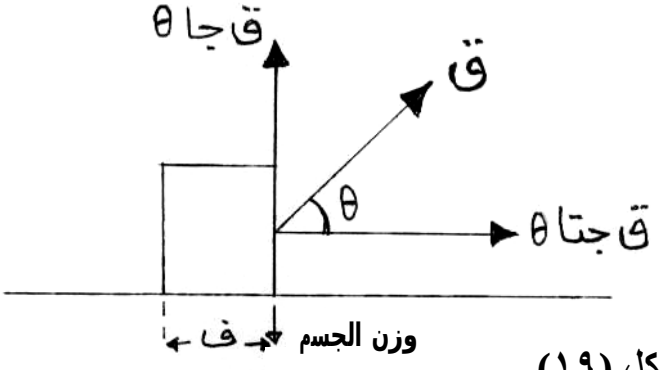
و هذه تبذل شغلاً

شغ = ق ف جتاθ

مركبة رأسية

عمودية على ف

و هذه لا تبذل شغلاً



شكل (١٩)

ملاحظات هامة : شغ = ق ف جتا θ

(١) عندما $\theta = ٠$ ⟵ جتا $\theta = ١$ وتصبح شغ = ق× ف

(٢) عندما $\theta = ٩٠^{\circ}$ ⟵ جتا $\theta = ٠$ و تصبح شغ = صفر

(٣) تعريف آخر للشغل :

يعرف الشغل بحاصل الضرب القياسى للقوة بالازاحة .

شغ = ق ٠ف = ق ف جتا θ .

٢ ـ الطاقة

أ ـ الطاقة : هى المقدرة عى بذل شغل .

ووحدات الطاقة هى وحدات الشغل (الجول) .

س : تكلم عن كلا من :

مصادر الطاقة التقليدية ـ ازمة الطاقة ـ مصادر الطاقة البديلة للبترول .

ب ـ صور الطاقة :

للطاقة عدة صور منها : الطاقة الميكانيكية ـ الطاقة الحرارية ـ الطاقة الكهربية ـ الطاقة الضوئية ـ الطاقة النووية

جـ قانون بقاء الطاقة :

الطاقة لا تفنى ولا تستحدث من . ولكنها تتحول من صورة الى اخرى

د ـ الطاقة الميكانيكية :

وهى توجد فى صورتين : طاقة وضع ، طاقة حركة

والطاقة الميكانيكية لجسم = طاقة الوضع للجسم + طاقة الحركة له

أولاً : طاقة الوضع :

١) طاقة الوضع : هى الطاقة التى يختزنها الجسم بسبب موضعه .

٢) حساب طاقة الوضع :

اذا رفعنا جسماً كتلته ك مسافة رأسية ص
الى اعلى فإننا نحتاج الى بذل شغل مقداره :

شغ = ق٠ ص

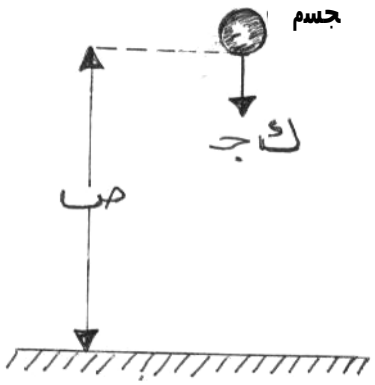
= ق ص جتا٠ (١)

و لكن ق = ك جـ (٢)

حيث جـ شدة مجال جاذبية الارض

∴ شغ = ك جـ ص

و هذا الشغل يختزنه الجسم على هيئة طاقة وضع



شكل (٢٠)

طاقة الوضع = ك جـ ص چول

(٣) امثلة على طاقات الوضع المختلفة :

- الطاقة المختزنة فى اى جسم مرفوع عن سطح الارض
- الطاقة المختزنة فى زنبرك الساعة – بعد ملئها.
- جزء من طاقة الالكترون فى اى ذرة

ثانياً : <u>طاقة الحركة</u>

١- تعرف طاقة الحركة لجسم ما بقدرته على بذل شغل بسبب حركته

٢- استنتاج مقدار طاقة الحركة لجسم بدلالة كتلته وسرعته :

نفرض جسم كتلته ك تحرك من السكون بعجلة منتظمة جـ فقطع مسافة ف فى خط مستقيم .

طاقة الحركة = الشغل المبذول

= ق × ف

$$\text{، } \Theta \text{ ق} = \text{ك} \times \text{جـ} \quad \text{، ف} = \frac{\text{ع}^{٢}}{٢ \text{ جـ}} \quad \text{حيث ع}^{٢} - \text{ع.}^{٢} = ٢ \text{ جـ ف ، ع.} = ٠$$

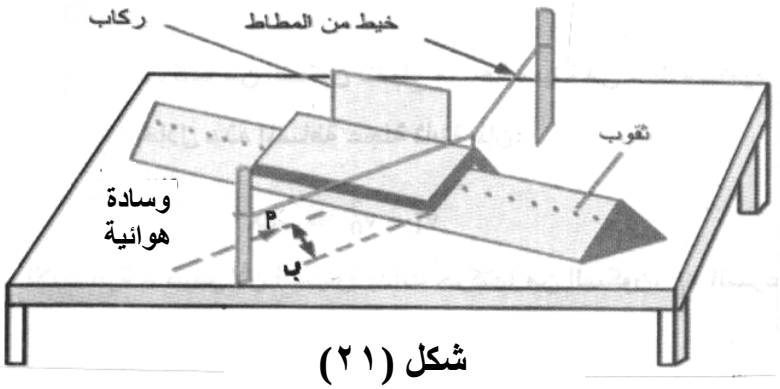
$$\therefore \text{ ف} = \frac{\text{ع}^{٢}}{٢\text{جـ}}$$

$$\text{طاقة الحركة} = \text{ك جـ} \times \frac{\text{ع}^{٢}}{٢\text{جـ}}$$

طاقة الحركة = $\frac{١}{٢}$ ك ع^{٢}

(٣) <u>تجربة عملية لاثبات ان طاقة الحركة لجسم مادى تساوى</u> $\frac{١}{٢}$ **ك ع^{٢} :** بإستخدام وسادة هوائية

(أ) نضع الخيط المطاط خلف الركاب ونشده الى النقطه أ.



شكل (٢١)

(ب) نترك الخيط المرن فيندفع عائداً الى موضعه الاصلى دافعاً امامه الركاب الذى يظل فى حركته حتى يمر بالنقطة ب وعندها نحسب سرعته بطريقة الكترونية باستخدام خلية كهروضوئية وساعة كهربية .

(جـ) تكرر التجربة عدة مرات مع تغيير كتلة الركاب فى كل مرة وتعيين السرعة.
(مع مراعاة بقاء الشغل المبذول على الركاب ثابتاً فى كل مرة مع تثبيت المسافة أب)

(ء) نرسم علاقة بيانية بين ع^{٢} على المحور الرأسى ، $\frac{١}{ك}$ على المحور الافقى

فنحصل على خط مستقيم .

$$ع^{٢} \propto \frac{١}{ك} \longleftarrow ك\ ع^{٢} = \text{ثابت} .$$

(هـ) وقد امكن حساب الطاقة المبذولة فى التجربة من المسافة المقطوعة أ ب ومرونة الخيط المطاط ، وقد وجد انها ضعف المقدار الثابت.

∴ ك ع^{٢} = ٢ × طاقة الحركة

$$\therefore \text{طاقة الحركة} = \frac{١}{٢} ك\ ع^{٢}$$

ثالثاً : اثبات ان مجموع طاقتى الوضع والحركة لجسم يساوى مقدار ثابت
تحقيق قانون بقاء الطاقة

(١) عندما نقذف جسما كتلته ك الى أعلى فى عكس اتجاه مجال الجاذبية فإن الشغل المبذول على الجسم اثناء ارتفاعه يعمل على :

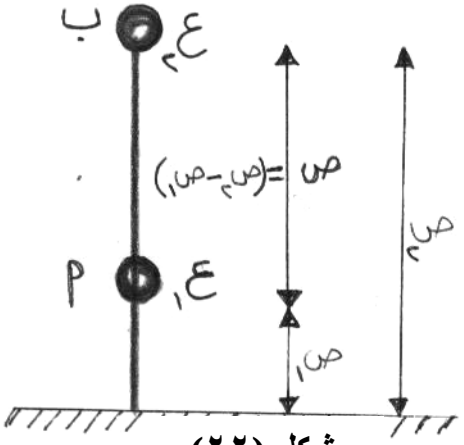
(أ) زيادة طاقة الوضع له .
(ب) نقص طاقة الحركة له.

(٢) عند النقطة أ:

طاقة الوضع = ك جـ ص$_{١}$
طاقة الحركة = $\frac{١}{٢}$ ك ع$_{١}^{٢}$

(٣) عند ب :

طاقة الوضع = ك جـ ص$_{٢}$
طاقة الحركة = $\frac{١}{٢}$ ك ع$_{٢}^{٢}$



شكل (٢٢)

(٤) الزيادة فى طاقة الوضع = ك جـ ص$_{٢}$ - ك

النقص المناظر فى طاقة الحركة = $\frac{١}{٢}$ ك ع$_{٢}^{٢}$ - $\frac{١}{٢}$ ك ع$_{١}^{٢}$ = $\frac{١}{٢}$ **ك (ع$_{٢}^{٢}$ - ع$_{١}^{٢}$)** **(٢)**

(٥) اذا اعتبرنا ان ع$_{١}$ السرعة الابتدائية ، ع$_{٢}$ السرعة النهائية ، والمسافة بين أ ، ب هى ص فإن :

ع$_{٢}^{٢}$ - ع$_{١}^{٢}$ = ٢ جـ ص بضرب الطرفين فى ($\frac{1}{2}$ ك)

∴ $\frac{١}{٢}$ ك (ع$_{٢}^{٢}$ - ع$_{١}^{٢}$) = ك جـ ص .

وهذا يعنى ان النقص فى طاقة الحركة تقابله زيادة فى طاقة الوضع
(مع اهمال الشغل المبذول ضد قوى الاحتكاك)

(٦)($\frac{١}{٢}$ ك ع$_{٢}^{٢}$ - $\frac{١}{٢}$ك ع$_{١}^{٢}$) = ك جـ ص$_{٢}$ - ك جـ ص$_{١}$

والاشارة السالبة تدل على النقص فى طاقة الحركة

∴ $\frac{١}{٢}$ ك ع$_{١}^{٢}$ + ك جـ ص$_{١}$ = $\frac{١}{٢}$ ك ع$_{٢}^{٢}$ + ك جـ ص$_{٢}$

اى ان مجموع طاقتى الحركة والوضع لجسم يساوى مقدار ثابت وانه يمكن تحويل احدى صور الطاقة الى صورة اخرى

رابعاً- التصادمات المرنة وغير المرنة

أ – انواع التصادمات :

(١) تصادمات مرنة (٢) تصادمات غير مرنة

١- التصادم المرن :

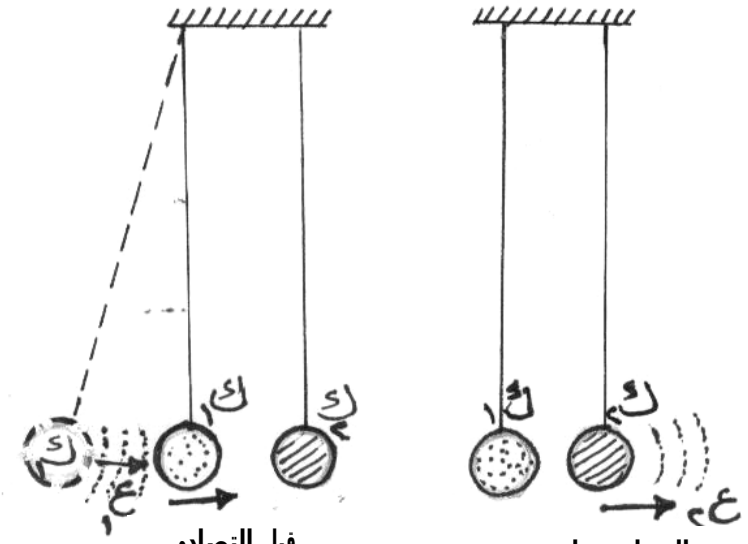
هو تصادم بين جسمين لا يصحبه تغير فى مجموع طاقة حركة الجسمين بعد التصادم عن مجموع طاقة الحركة قبل التصادم .

و من امثلة التصادم المرن تصادم جزيئات الغاز مع بعضها ببعض كذلك تصادمها بجدران الاوانى التى تحويها .

اثبات ان التصادم المرن لا يصحبه تغير فى طاقة الحركة :

(١) عندما نجذب الكرة اليسرى الى اليسار نبذل شغلا يختزن على هيئة طاقة وضع . وبترك الكرة حرة وهى فى موضعها الجديد ترتد عائدة الى موضعها الاصلى مصطدمة مع الكرة اليمنى .

و هنا نلاحظ توقف الكرة الاولى عن الحركة وانطلاق الكرة الثانية بنفس السرعة متحركة نحو اليمين لتصل لنفس الارتفاع الذى كانت عليه الكرة الاولى قبل تركها حرة .



قبل التصادم مباشرة بعد التصادم مباشرة

شكل (٢٣)

كيف نفسر ذلك ؟

(٢) Θ عملية التصادم لا ينتج عنها اكتساب او فقد لكمية التحرك .

∴ مجموع كميات التحرك قبل التصادم = مجموع كميات التحرك بعد التصادم

ك١ ع١ + صفر = صفر + ك٢ ع ٢

، Θ ك١ = ك٢

∴ ع١ = ع٢

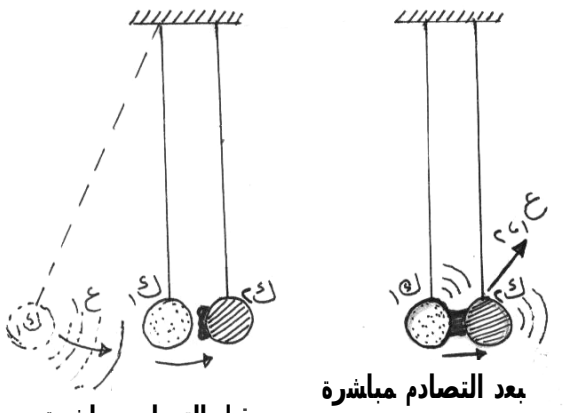
و بالتالى يكون مجموع طاقتى الحركة للكرتين قبل التصادم مباشرة = مجموع طاقتى الحركة للكرتين بعد التصادم مباشرة .

٢ـ التصادم غير المرن :

(١) التصادم غير المرن هو تصادم بين جسمين يصحبه نقص فى طاقة الحركة بعد التصادم .

(٢) اثبات ان التصادم غير المرن يصحبه نقص فى طاقة الحركة :

(أ) بتغطية الكرة ك٢ بطبقة رقيقة من الصلصال ، يلاحظ انه بعد التصادم لا تتوقف الكرة الاولى عن الحركة وانما تتحرك الكرتان معاً فى نفس الاتجاه ولكن بسرعة ابطأ كثيرا.



(شكل ٢٤)

(ب) Θ كمية التحرك قبل التصادم = كمية التحرك بعد التصادم.

$$ك_١ ع_١ + صفر = (ك_١ + ك_٢) ع_{١،٢}$$

$$\therefore ع_{١،٢} = \frac{ك_١}{ك_١ + ك_٢} ع_١ \quad \text{و نظراً لان } ك_١ = ك_٢$$

$$\therefore ع_{١،٢} = \frac{١}{٢} ع_١$$

∴ طاقة حركة الكرتين بعد التصادم مباشرة < طاقة الحركة لهما قبل التصادم

خامساً الدفع

أ- اذا أثرت قوة ق فى جسم فترة زمنية قدرها Δ ز فإن حاصل ضرب ق × Δ ز يسمى الدفع .

الدفع = ق × Δ ز **نيوتن ٠ ث** **(كجم ٠ م ث$^{-١}$)**
وهو كمية فيزيقية متجهة **وابعاده هى** **(ك ل ز$^{-١}$)**

ب-الدفع = التغير فى كمية الحركة .

الاثبات :

من القانون الثانى لنيوتن

$$\text{ق} = \frac{\Delta\ (\text{ك ع})}{\Delta\ \text{ز}}$$

$\therefore$ ق $\times$ Δ ز $= \Delta\ (\text{ك ع})$

$\therefore$ الدفع = التغير فى كمية التحرك

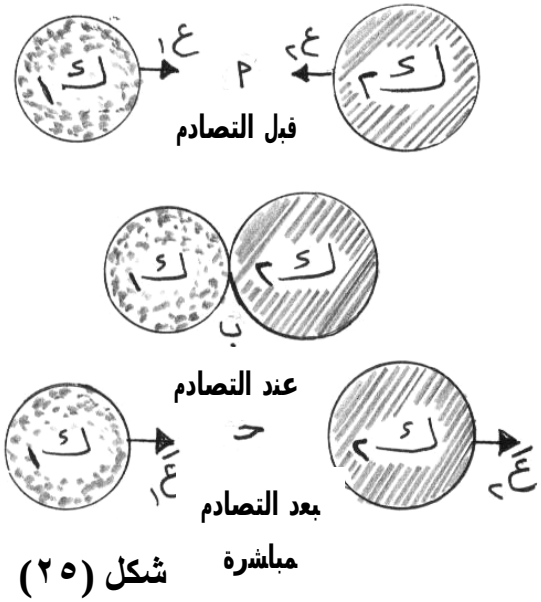
سادساً بقاء كمية التحرك

أ- نص قانون بقاء كمية التحرك :

يكون التغير الكلى فى كميتى تحرك جسمين معزولين عما سواهما تساوى الصفر ، او يظل مجموع كميتى تحرك جسمين ثابتا قبل التصادم وبعده ، اى ان :
مجموع كميتى تحرك جسمين قبل التصادم = مجموع كميتى تحرك الجسمين بعد التصادم .

ب - الاثبات :

(١) نفرض جسمان كتلتاهما ك$_{١}$ ، ك$_{٢}$ يتحركان فى خط مستقيم واحد نحو بعضهما البعض بسرعة ع$_{١}$ ، ع$_{٢}$ على الترتيب .
و ان سرعتهما بعد التصادم ع$_{١}'$، ع$_{٢}'$
و بفرض ان الجسمين معزولين عما سواهما



شكل (٢٥)

(٢) حسب قانون نيوتن الثالث :

يؤثر الجسم ك$_{١}$ على الجسم ك$_{٢}$ بقوة (ق$_{١}$)
و يؤثر الجسم ك$_{٢}$ على الجسم ك$_{١}$ بقوة (ق$_{٢}$)
بحيث : ق$_{١}$ = - ق$_{٢}$

(٣) اذا كانت الفترة الزمنية للتصادم بين الجسمين هى Δ ز فإن :

ق$_{١}$ Δ ز = ك$_{١}$ ع$_{١}'$ - ك$_{١}$ ع$_{١}$

، ق$_{٢}$ Δ ز = ك$_{٢}$ ع$_{٢}'$ - ك$_{٢}$ ع$_{٢}$

بجمع المعادلتين :

ذق$_{1}$ Δ ز + ق$_{2}$ Δ ز = (ك$_{1}$ ع$_{1}$′ - ك$_{1}$ ع$_{1}$) + (ك$_{2}$ ع$_{2}$′ - ك$_{2}$ ع$_{2}$)

(ق$_{1}$ + ق$_{2}$) Δ ز = (ك$_{1}$ ع$_{1}$′ + ك$_{2}$ ع$_{2}$′) - (ك$_{1}$ ع$_{1}$ + ك$_{2}$ ع$_{2}$)

، Θ ق$_{1}$ = - ق$_{2}$ ∴ الطرف الايمن = صفر

∴ (ك$_{1}$ ع$_{1}$′ + ك$_{2}$ ع$_{2}$′) = (ك$_{1}$ ع$_{1}$ + ك$_{2}$ ع$_{2}$)

اى ان مجموع كميتى الحركة بعد التصادم = مجموع كميتى الحركة قبل التصادم .

ملحوظة هامة :

يراعى اشارة السرعة قبل وبعد التصادم اى حسب اتجاه الحركة .

فإذا اعتبرنا اتجاه السرعة نحو اليمين موجب فيكون اتجاهها نحو اليسار سالب

سابعاً : سرعة الهروب من الجاذبية الارضية

حتى يتمكن اى صاروخ من الافلات من جاذبية الارض يجب ان تكون طاقة الحركة بعد انطلاقه مساوية طاقة الوضع له عند سطح الارض او تزيد .

$\frac{١}{٢}$ **ك** ع^{٢} = ك جـ نق

(حيث نق نصف قطر الارض ، ك كتلة الصاروخ ، جـ شدة مجال الجاذبية)

اى ان :

$$\text{ع} = \sqrt{٢ \text{ جـ نق}}$$

و بالتالى تكون سرعة افلات اى صاروخ :

$$\text{ع} = \sqrt{٢ \text{ جـ نق}}$$

$$= \sqrt{٢ \times ٩,٨ \times (٦,٣٦ \times ١٠^{٦})} = ١١,١٦ \text{ كم / ث}$$

∴ حتى يفلت اى صاروخ من جاذبية الارض يجب ان لا تقل سرعة اطلاقه عن ١١,١٦ كم / ث .

ثامناً ارتياد الفضاء

كانت البداية فى مجال ارتياد الفضاء فى تصميم الصاروخ المتعدد المراحل .

الصاروخ المتعدد المراحل :

أ- يعتمد الصاروخ فى عمله على **قانون حفظ كمية التحرك** فالوقود المشتعل تندفع نواتج احتراقه من مؤخرة الصاروخ بكمية تحرك هائلة فيندفع الصاروخ فى الاتجاه المضاد بكمية تحرك هائلة مماثلة

ب- والصاروخ المتعدد المراحل هو صاروخ يتخلص من بعض اجزائه التى استنفذ الغرض منها وهو يستخدم فى :

(١) وضع قمر صناعى فى اى مدار مرغوب فيه

(٢) الانطلاق بمركبات الفضاء الى مسافات بعيدة و ذلك لتحريرها من جاذبية الارض فتصل الى الكواكب البعيدة .

جـ- خواص المراحل المتعددة للصاروخ :

(١) لكل مرحلة وزنها الخاص وكمية الوقود اللازمة لتشغيلها لفترة زمنية محددة .

(٢) كل مرحلة لها اجهزة توجيه خاصة يمكن تشغيلها عن بعد

(٣) لكل مرحلة طول معين يتناسب مع الغرض من الصاروخ ككل

(٤) لكل مرحلة عدد معين من المحركات يتناسب و المطلوب من هذه المرحلة من حيث قوة الدفع

تذكر أن

١- الحركة : هى التغير الحادث لموضع جسم في الفضاء مع الزمن .
٢- أنواع الحركة : (حركة انتقالية – حركة دورية) .
٣- الإزاحة : كمية فيزيقية متجهة تعبر عن المسافة الفاصلة بين نقطتين مقداراً واتجاهاً .
٤- السرعة : معدل التغير في الإزاحة .
٥- العجلة : هي معدل التغيير في السرعة .
٦- السقوط الحر : هو سقوط الجسم تحت تأثير وزنه فقط .
٧- القانون الأول لنيوتن : يبقى الجسم الساكن ساكناً ويبقى الجسم المتحرك في خط مستقيم متحركاً بسرعة منتظمة ما لم تؤثر عليه قوة خارجية تغير من حالته .
٨- القانون الثاني لنيوتن : القوة المحصلة المؤثرة على جسم ما تساوي المعدل الزمني للتغيير في كمية تحرك هذا الجسم ويكون اتجاه القوة هو نفس اتجاه كمية التحرك .
٩- القانون الثالث لنيوتن : عندما يؤثر جسم ما على جسم آخر بقوة فإن الجسم الآخر يؤثر على الجسم الأول بقوة مساوية لها في المقدار ومضادة له في الاتجاه (لكل فعل رد فعل مساو له في المقدار ومضاد له في الاتجاه) .
١٠- القصور الذاتي لجسم : هو خاصية احتفاظ الجسم بحالته من حيث السكون أو الحركة .
١١- الوسادة الهوائية : تستخدم لتقليل قوى الاحتكاك .
١٢- القوة : هي المؤثر الخارجي الذي يغير من سرعة الجسم مقداراً أو اتجاهاً أو كليهما .
١٣- الوزن : يقصد بوزن الجسم هو قوة جذب الأرض له وهو كمية متجهة .
١٤- الجول (وحدة الشغل) : هو الشغل الذي تبذله قوة مقدارها ١ نيوتن لتحرك جسماً مسافة ١ متر في نفس اتجاه خط عمل القوة .
١٥- الطاقة : هى المقدرة على بذل شغل (وحدتها الجول مثل الشغل) .
١٦- قانون بقاء الطاقة : الطاقة لا تفنى ولا تستحدث ، ولكنها تتحول من صورة إلى أخرى .
١٧- طاقة الوضع : هى الطاقة التي يختزنها الجسم بسبب موضعه .
١٨- طاقة الحركة : تعرف طاقة الحركة لجسم ما بقدرته على بذل شغل يسبب حركته .

اسئلة على الفصل الرابع

١- أكمل العبارات الآتية :

أ- الطاقة هى .....
ب- طاقة الوضع = ...
ج- طاقة الحركة = ...
د- الشغل = ...
هـ كمية التحرك لجسم .....
و- الجول هو وحدة قياس .....
ز- الطاقة الميكانيكية هى .....
ح- الدفع هو .....
ط- وحدة قياس الشغل هى .....

تمارين :

١. مصعد كهربائى كتلته ٢٠٠٠ كجم يرفعه محرك مسافة ٣٠ متر فى دقيقتين . احسب لشغل المبذول
(اعتبر عجلة الجاذبية الارضية ١٠ م / ث^{٢}). (٦ × ١٠ ^{٥} چول)

٢. سحبت كتلة من الخشب على الارض بواسطة حبل يصنع مع الافقى زاوية مقدارها٣٠ $^{\circ}$ ولمسافة ٢٠ متر بواسطة قوة قدرها ١٠٠ نيوتن – فما مقدار الشغل المبذول .
(١٧٢نيوتن)

٣. انطلقت رصاصة من بندقية بسرعة ٦٠٠ م / ث وبعد ان اخترقت الهدف اصبحت سرعتها ١٥٠ م / ث ، احسب مقدار الطاقة المفقودة علماً بان كتلة الرصاصة ٥٠ جم .
(٨٤٣٧,٥ چول)

٤. احسب مقدار الشغل المبذول لرفع جسم كتلته ٣ كجم ضد جاذبية الارض و لمسافة قدرها ٤٠ سم .
(١١,٧٦چول)

٥. ينزلق جسم على سطح املس مائل وكانت سرعته عند أ تساوى ٢٠ م / ث ، اوجد سرعته عند ب مع اهمال الاحتكاك ومقاومة الهواء علماً بان عجلة الجاذبية الارضية ١٠ م / ث ^{٢} و ان المسافة الرأسية بين أ ، ب ١١,٢٥ متر .

٦. جسمان كتلتهما ٣ كجم ، ٢ كجم يتحركان نحو بعضهما بسرعة ٤ م / ث ، ٦ م / ث على الترتيب وبعد التصادم ارتد الجسم ٢ كجم بسرعة ٤,٥ م / ث فما سرعة الجسم ٣ كجم بعد التصادم . (٣ م /ث)

٧. جسم كتلته ١ كجم يتحرك بسرعة ٣ م / ث نحو جسم ساكن كتلته ك ، وبعد اصطدامهما معا تحركا كجسم واحد بسرعة ٠,٥ م / ث ، فما كتلة الجسم الساكن (٥ كجم)

٨. كرتان كتلة كل منهما ٥ كجم احداهما ساكنة والاخرى تتحرك نحوها بسرعة ٢ م / ث على سطح أفقى املس فاصطدمت بها فما هى سرعة كل منهما بعد التصادم .
(٢م / ث)

٩. اطلقت رصاصة كتلتها ٢٥ جم على كرة خشبية ساكنة كتلتها ٥٠جم فسكنت الرصاصة داخل الكرة و تحركا معاً بسرعة قدرها ١٠٠م / ث . احسب سرعة الرصاصة قبل التصادم .
(٣٠٠ م / ث)

١٠. كرة تنس كتلتها ٢٥٠جم تتحرك افقياً بسرعة قدرها ١٣ م / ث وعندما ضربت بمضرب جعلها تنعكس وتصير سرعتها ١٩ م / ث فإذا كان زمن تأثير قوة المضرب على الكرة هو ٠,٠١ ثانية احسب متوسط القوة المؤثرة على الكرة بواسطة المضرب .
(٨٠٠نيوتن)

١١. فى صاروخ تندفع النواتج الغازية للاشتعال من فتحة محركة بمعدل ١٣٠٠ كجم فى الثانية و سرعة هذه النواتج هى ٥٠ ألف متر فى الثانية بالنسبة للصاروخ . ما هى قوة الدفع التى تعطى للصاروخ ؟

(الدفع = التغير فى كمية الحركة)

الوحدة الثانية

الحرارة

الفصل الاول : قياس درجة الحرارة ٠

الفصل الثانى : الطاقة الحرارية ٠

الوحدة الثانية

(الحرارة)

فى نهاية هذه الوحدة ينبغى أن يكون الطالب قادراً على أن :

١- يعرف تأثير الحرارة على المادة ٠

٢- يفهم درجة الحرارة ٠

٣- يقارن بين الأنواع المختلفة للترمومترات ٠

٤- يفهم الطاقة الحرارية ٠

٥- يفهم الاتزان الحرارى ٠

٦- يعرف السعة الحرارية لجسم ٠

٧- يعرف الحرارة النوعية للمادة ٠

الفصل الاول

قياس درجة الحرارة

هى الخاصية التى يمكن بواسطتها الحكم على نظام ما من حيث انه فى حالة اتزان او عدم اتزان حرارى مع الوسط المحيط بالنظام

وحدة قياس درجة الحرارة :

١- مقياس سلزيوس (س) و يرمز له بالرمز (د)

٢- مقياس فهرنهيت (ف)
العلاقة بين تدريج فهرنهيت وتدريج سلزيوس

$$د^{\circ}م = \frac{٥}{٩} (دف - ٣٢)$$

حيث : $د^{\circ}م$ هى قيمة درجة الحرارة على تدريج سلزيوس
دف هى قيمة درجة الحرارة على تدريج فهرنهيت

٣- مقياس كلڤن و يرمز له بالرمز (ر)

العلاقة بين تدريج كلڤن و تدريج سلزيوس

$$ر = ٢٧٣ + د$$

درجة الحرارة

يستخدم لقياس درجة الحرارة الترمومتر

فكرة عمله :

يبنى عمل الترمومتر على استخدام خاصية فيزيائية للمادة و هى انها تتغير بطريقة منتظمة مع تغير درجة الحرارة

<u>كيف يمكن اختيار الترمومتر ؟</u>

١- مادة ترمومترية
٢- خاصية فيزيائية (س) لهذه المادة
٣- اختيار درجتين ثابتين الاولى النقطة السفلى و الثانية هى النقطة العليا وتقسم المسافة بين هاتين النقطتين الى ١٠٠ قسم

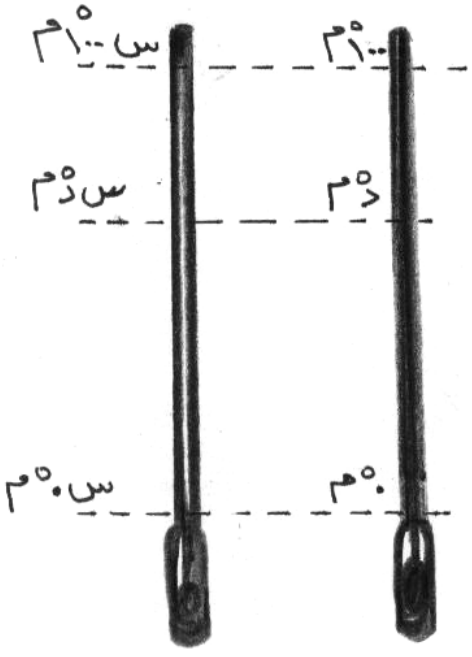
<u>استنتاج القانون العام للترمومترات :</u>

بفرض ان (س) هى الخاصية الفيزيائية والتى تتغير بانتظام بتعيير درجة الحرارة وان س ٠ °م هى الخاصية الفيزيائية عند النقطة السفلى ، س ١٠٠ °م هى الخاصية عند النقطة العليا وان س د °م هى الخاصية الفيزيائية عند درجة الحرارة المجهولة .

من الشكل الذى امامك (٢٦)
نجد ان :

$$\frac{\text{د}^\circ\text{م} - ٠^\circ\text{م}}{١٠٠^\circ\text{م} - ٠^\circ\text{م}} = \frac{\text{س د}^\circ\text{م} - \text{س.}^\circ\text{م}}{\text{س}^\circ\text{م} - \text{س.}^\circ\text{م}}$$

$$\text{د}^\circ\text{م} = \frac{١٠٠ \quad (\text{س د}^\circ\text{م} - \text{س.}^\circ\text{م})}{(\text{س}_{١٠٠}{}^\circ\text{م} - \text{س.}^\circ\text{م})}$$



شكل (٢٦)

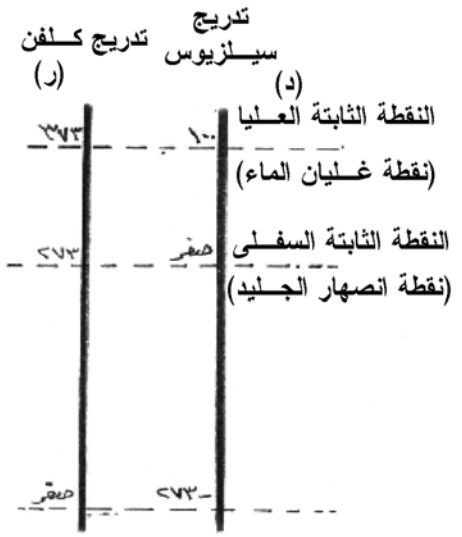
قياس درجة الحرارة

١- تدريج سلزيوس

فى هذا التدريج (شكل ٢٧) :

أ- النقطة الثانية السفلى

هى نقطة تجمد الماء او انصهار الجليد
تحت الضغط الجوى المعتاد
وهذه النقطة تقابل صفر° سلزيوس



شكل ٢٧

ب- النقطة الثانية العليا

هى نقطة غليان الماء تحت الضغط الجوى المعتاد وهذه النقطة تقابل ١٠٠ ° سلزيوس

٢- تدريج كلڤن : فى هذا التدريج :

أ- النقطة الثانية السفلى = ٢٧٣ ° كلڤن
ب- النقطة الثانية العليا = ٣٧٣ ° كلڤن
المسافة بين النقطة الثانية السفلى والنقطة الثانية العليا مقسمة الى ١٠٠ قسم

العلاقة بين تدريج كلڤن و تدريج سلزيوس

من الشكل (٢٧) نجد ان :

صفر° سلزيوس تقابل ٢٧٣ ° كلڤن
و اذا رمزنا لدرجة كلڤن بالرمز (ر) و لدرجة سلزيوس بالرمز (د)
فإننا يمكن كتابة العلاقة بين درجة كلڤن (ر) و درجة سلزيوس على النحو الاتى :
درجة كلڤن (ر) = درجة سلزيوس (د) + ٢٧٣

∴ $\boxed{ر = ٢٧٣ + د}$

أمثلة محلولة :

١- اذا كانت درجة الحرارة على تدريج سلزيوس = ١٠ ° سلزيوس احسب درجة الحرارة المقابلة لها على تدريج كلفن .

الحل

Θ درجة كلفن (ر) = ٢٧٣ + درجة سلزيوس (د)

∴ ر = ٢٧٣ + ١٠ = ٢٨٣ درجة كلفن

٢- اذا كانت درجة تجمد الجليد على تدريج كلفن = ٢٧٣ ° كلفن احسب درجة الحرارة المقابلة لها على تدريج سلزيوس

الحل

Θ درجة كلفن(ر) = ٢٧٣ + درجة سلزيوس (د)

∴ درجة سلزيوس (د) = درجة كلفن (ر) – ٢٧٣

∴ د = ٢٧٣ – ٢٧٣ = صفر ° سلزيوس

أنواع الترمومترات

أ – الترمومتر السائل

فى هذا النوع من الترمومترات
المادة الترمومترية هى سائل مثل الزئبق او الكحول

الخاصية الفيزيائية : تغير طول السائل (ل) بانتظام مع التغير فى درجة الحرارة

التركيب : يتركب من أنبوبة شعرية منتظمة المقطع مفرغة الهواء (شكل ٢٨)

القانون المستخدم فى هذا الترمومتر

$$د = ١٠٠ \times \frac{ل_{د} - ل_{٠}}{ل_{١٠٠} - ل_{٠}}$$

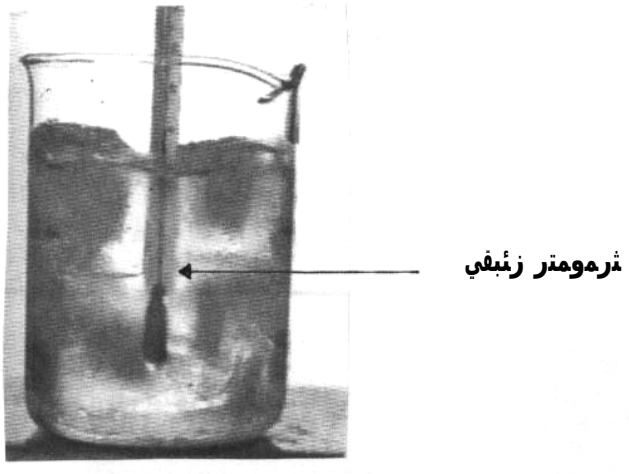
حيث :

$ل_{د}$ هو طول الزئبق عند درجة حرارة ما

$ل_{٠}$ هو طول الزئبق فى درجة الحرارة الصفر

$ل_{١٠٠}$ هو طول الزئبق فى درجة ١٠٠ °

د هى درجة الحرارة المطلوب قياسها



شكل ٢٨

ب – الترمومتر الغازى

فى هذا النوع من الترمومترات

المادة الترمومترية : غاز مثالى تحت حجم ثابت

الخاصية الفيزيائية : تغير ضغط الغاز بانتظام مع التغير فى درجة الحرارة

التركيب : اناء ثابت الحجم

القانون المستخدم

$$د = ١٠٠ \frac{ض_د - ض_.}{ض_{١٠٠} - ض_.}$$

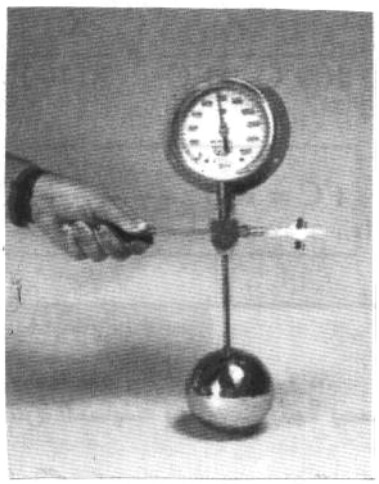
حيث :

$ض_د$ قيمة الضغط عند درجة حرارة معينة

$ض_.$ قيمة الضغط عند صفر درجة

$ض_{١٠٠}$ قيمة الضغط عنذ درجة ١٠٠ درجة

د قيمة درجة الحرارة المراد حسابها



شكل (٢٩)

ج – الترمومتر البلاتينى :

فى هذا النوع من الترمومترات يكون :

المادة الترمومترية : ملف مصنوع من البلاتين له مقاومة كهربية

الخاصية الفيزيائية : تغير قيمة المقاومة بانتظام مع تغيير درجة الحرارة

التركيب : سلك من البلاتين له طول معين

القانون المستخدم

$$د = \frac{م_د - م_.}{م_{١٠٠} - م_.} \times ١٠٠$$

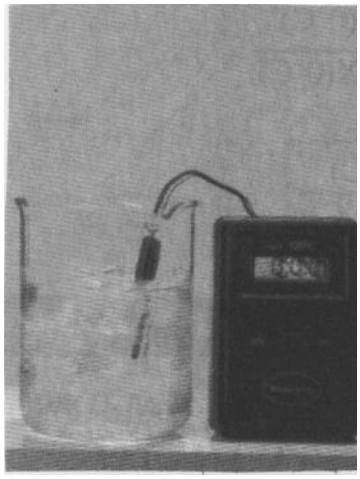
حيث :

$م_د$ هى المقاومة عند درجة حرارة معينة

$م_.$ هى المقاومة عند صفر درجة

$م_{١٠٠}$ هى المقاومة عند ١٠٠ درجة

د هى قيمة درجة الحرارة المراد حسابها



شكل (٣٠)

امثلة محلولة على الترمومترات :

١ – اذا كان طول عمود الزئبق فى درجة انصهار الجليد هو ٢٠ سم وعند غليان الماء ٣٠ سم .
احسب درجة الحرارة التى يصبح عندها طول عمود الزئبق ٢٥ سم .

الحل :

ل. = ٢٠ سم

ل.. = ٣٠سم

ل = ٢٥ سم

$$\Theta \text{ د} = 100 \times \frac{\text{ل}_\text{د} - \text{ل}.}{\text{ل}_{100} - \text{ل}.}$$

$$\therefore \text{د} = 100 \times \frac{٢٥ - ٢٠}{٣٠ - ٢٠} = 100 \times \frac{٥}{١٠} = ٥٠^\circ \text{م}$$

٢ – اذا كان ضغط الغاز فى ترمومتر غازى عند ثبوت الحجم فى درجة الصفر هى ١٠٠° م
وكانت قيمة الضغط فى درجة ٧٠° م هى ١٣٠ ° م . احسب قيمة الضغط عند ١٠٠ ° م

الحل :

ض . = ١٠٠ ، ض = ١٣٠ ، د = ٧٠° م

$$\Theta \text{ د} = \frac{\text{ض}_\text{د} - \text{ض}.}{\text{ض}_{100} - \text{ض}.}$$

$$\therefore ٧٠ = 100 \times \frac{(١٣٠ - ١٠٠)}{\text{ض}_{100} - ١٠٠} \qquad \therefore ٧٠ = \frac{١٠٠ \times ٣٠}{\text{ض}_{100} - ١٠٠}$$

$$\therefore ٧٠ \text{ ض}_{100} - ٧٠٠٠ = ٣٠٠٠$$

$$\therefore ٧٠ \text{ ض}_{100} = ١٠٠٠٠ \qquad \therefore \text{ض}_{100} = \frac{١٠٠٠٠}{٧٠} = ١٤٢,٨٥$$

٣ – اذا كانت مقاومة الملف البلاتينى عند درجة الصفر ودرجة غليان الماء هى ١٠٠ ، ٢٠٠ أوم على الترتيب . احسب درجة الحرارة التى تجعل مقاومة الملف البلاتينى هى ١٥٠أوم .

الحل :

م . = ١٠٠ أوم

م ١٠٠ = ٢٠٠ أوم

م د = ١٥٠ أوم

د = ؟

$$\Theta \quad د = ١٠٠ \times \frac{م_د - م_.}{م_{١٠٠} - م_.}$$

$$\therefore د = ١٠٠ \times \frac{١٥٠ - ١٠٠}{٢٠٠ - ١٠٠}$$

$$\therefore د = ١٠٠ \times \frac{٥٠}{١٠٠} = ٥٠ ^\circ م$$

اسئلة على الفصل الاول

السؤال الاول :
تخير الاجابة الصحيحة مما بين القوسين :

١- اذا كانت درجة حرارة جسم الانسان فى الحالة العادية ٣٧ ° سيليزية فإن هذه الدرجة على مقياس كلفن تساوى --------
(٣٠٠ ° - ١٦٠ °- ٣١٠ ° - ٣٧ °)

٢- درجة غليان الماء على تدريج فهرنهيت تساوى ----------
(٢١٢ ° - ٣٧٣ ° - ٢٧٣ ° - ١٠٠ °)

٣- جسم درجة حرارته صفر كلفن فإن هذه الدرجة على تدريج سلزيوس تعادل ----------
(-٢٧٣ ° - ٢٧٣ ° - صفر ° - ٣٧٣ °)

٤- المادة الترمومترية فى الترمومتر البلاتينى هى ----------
(غاز – سائل – ملف من سلك البلاتين – الهواء)

٥- المادة الترمومترية فى الترمومتر الغازى ثابت الحجم هى ----------
(زئبق – ملف من سلك البلاتين – غاز ثابت الحجم)

السؤال الثانى

قارن بين الرمومتر البلاتينى ، الترمومتر الغازى تحت حجم ثابت من حيث :

أ- المادة الترمومترية

ب- الخاصية الفيزيائية

جـ- القانون المستخدم فى كل منها

السؤال الثالث

اذكر المصطلح العلمى لكل عبارة من العبارات الآتية :

١- درجة الحرارة على تدريج كلفن والتى تعادل ٢٧٣ ° على تدريج سيلزيوس. (.....)

٢- المقياس الذى تكون فيه درجة تجمد الماء = صفر درجة . (.....)

٣- نوع من الترمومترات يتغير فيه مقاومه ملف السلك البلاتينى بانتظام مع التغير

فى درجة الحرارة . (.....)

٤- مادة تتغير إحدى خصائصها الفيزيائية بانتظام مع تغير درجة الحرارة (.....)

السؤال الرابع

اذكر العلاقة المستخدمة فى كل من :

أ- تحويل الدرجة الفهرنهيتية الى درجة سيليزية

ب-تحويل الدرجة السيليزية الى الدرجة الكليفينية

السؤال الخامس

وضح :

أ- نظرية عمل الترمومترات

ب-الخاصية الفيزيائية فى الترمومتر الغازى

جـ - كيف يتحدد اختيار الترمومتر

السؤال السادس

استنتج القانون العام للترمومترات

المسائل :

١- اذا كانت درجة حرارة جسم ١٠٠° سيليزية
احسب درجة الحرارة المقابلة على تدريج كلفن (٣٧٣°)

٢- اوجد درجة حرارة تجمد وغليان الماء على تدريج
أ- كلفن (أ- تجمد الماء =٢٧٣° - غليان الماء = ٣٧٣° كلفن)
ب-فهرنهيت (ب- تجمد الماء = ٣٢° فهرنهيت – غليان الماء = ٢١٢° فهرنهيت)

٣ - اذا كانت مقاومة ترمومتر بلاتينى عند درجة صفر سيليزية هى ١٠ أوم و عند ١٠٠° سيليزية تساوى ١٥ أوم . اوجد درجة الحرارة المقابلة لمقاومة قيمتها ١٤ أوم
(٨٠° سيليزية)

٤ - استنتج درجة الحرارة التى تتساوى فيها قرآءة تدريج سلزيوس و تدريج فهرنهيت .
(-٤٠°)

٥ - اذا كان طول عمود الزئبق فى ترمومتر زئبقى ١٥ سم عند نقطة انصهار الجليد و عند درجة ١٥٠° سيليزية هو ٢١ سم . احسب طول عمود الزئبق عند درجة الغليان .
(١٩ سم)

الفصل الثانى
الطاقة الحرارية

فروض النظرية الجزيئية فى تركيب المادة :

١- تتركب المادة من جزيئات
و يعتبر الجزئ اصغر جزء من المادة يمكن ان يوجد فى حالة انفراد

٢- يوجد بين جزيئات المادة مسافات بينية تسمى " المسافات الجزيئية "
وهذه المسافات الجزيئية تكون :

- صغيرة جداً فى الجوامد
- اكبر قليلا فى السوائل
- كبيرة نسبياً فى الغازات

٣- ترتبط جزيئات المادة مع بعضها بقوى تسمى " قوى التماسك الجزيئية "
وهذه القوى تكون :

- كبيرة جداً فى الجوامد
- متوسطة فى السوائل
- صغيرة جداً فى الغازات

١- جزيئات المادة تكون فى حالة حركة مستمرة داخل المادة
وتكون هذه الحركة :

- حركة اهتزازية حول مواضعها الاصلية كما فى الجوامد
- حركة انتقالية كما فى السوائل والغازات

الطاقة الداخلية لجسم :

حيث ان جزيئات المادة تتحرك حركة اهتزازية بمعنى انها تنتقل من وضع الاتزان الى وضع جديد وبذلك يكون لكل جزئ طاقة وضع .

ومن ناحية أخرى فإن جزيئات المادة تتحرك حركة انتقالية وبذلك يكون لكل جزئ طاقة حركة .
الطاقة الداخلية للجسم :
هي مجموع طاقتي الوضع و الحركة لجزيئات الجسم

الطاقة الداخلية للجسم = طاقة الوضع + طاقة الحركة

الاتزان الحرارى :

تنتقل الطاقة الحرارية من الوضع الأعلى في درجة الحرارة إلى الوضع الأقل في درجة الحرارة
حتى تصل الى حالة الاتزان

طرق انتقال الطاقة الحرارية

١- بالتوصيل ويحدث النقل بالتوصيل في المواد الصلبة.

٢- بالحمل ويحدث النقل بالحمل في الغازات والسوائل .

٣- بالإشعاع ويحدث النقل بالإشعاع في الفراغ .

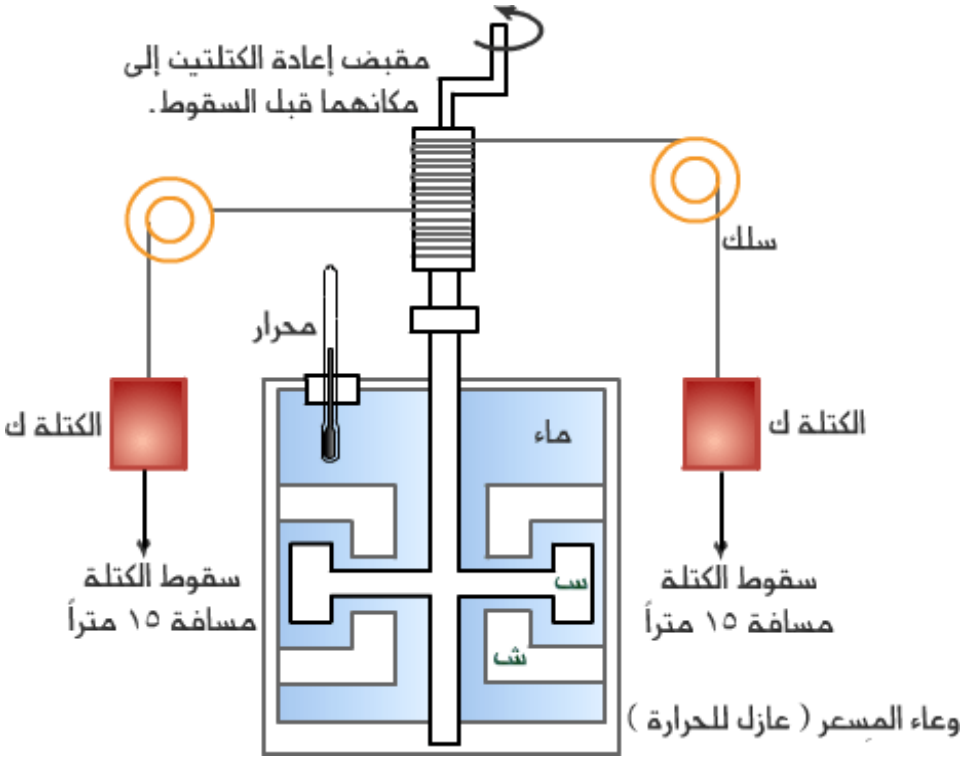
الشغل الميكانيكى والطاقة الحرارية : (تجربة جول)

تدل العلاقة بين الشغل الميكانيكى والطاقة الحرارية ان الحرارة نوع من انواع الطاقة :
ويرجع الفضل الى **العالم جيمى جول (١٨١٨- ١٨٨٩)**

فى معرفة طبيعة العلاقة بين الشغل الميكانيكى والطاقة الحرارية والذى امضى معظم حياته فى تحقيق تجارب لتحويل الشغل الميكانيكى الى طاقة حرارية .
تحويل الشغل الميكانيكى الى طاقة حرارية .

وصف الجهاز :

١ - ثقلان من الرصاص يتصلان بخيط قوى ملفوف حول محور دوران مروحة ثمانية العوارض
٢ - مروحة لها ثمانى عوارض
٣ - إناء من النحاس مملوء بالماء وتوجد داخل هذا الاناء اربعة عوارض ثابتة لمنع الماء من الدوران بشكل كلى .



شكل ٣١

خطوات التجربة :

١- عن طريق اليد يمكن لف الخيط حول محور الدوران لرفع الثقلين الى اقصى حد ممكن وفى هذه الحالة نقيس درجة حرارة الماء
٢- يترك الثقلان للحركة تحت تأثير مجال الجاذبية الارضية
٣- نكرر هذه الخطوة عدة مرات ونقيس درجة الحرارة النهائية
و من ذلك يمكن حساب التغير فى الطاقة الداخلية للماء و اناء النحاس

ومن هذه التجربة وجد چول :
ان الشكل الميكانيكى المبذول = مقدار التغير فى الطاقة الداخلية للماء و الوعاء

الطاقة الحرارية والطاقة الداخلية :

يجب ان تعرف ان الطاقة الحرارية والطاقة الداخلية لجسم شيئان مختلفان.

فالطاقة الحرارية شئ والطاقة الداخلية للجسم شئ آخر
وذلك لان الطاقة الحرارية هى طاقة تنتقل من موضع الى موضع آخر وذلك تبعاً للاختلاف فى درجة الحرارة .

اما الطاقة الداخلية لجسم فهى مجموع طاقتى الحركة والوضع لجزيئات الجسم .

وتكون الزيادة فى الطاقة الداخلية لجسم ما مصحوبة بطاقة حرارية تنتقل لهذا الجسم
و على العكس فإن النقص فى الطاقة الداخلية للجسم تكون نتيجة انتقال طاقة حرارية منه

وعلى ذلك يمكن قياس الزيادة او النقص فى الطاقة الداخلية لجسم بقياس الطاقة الحرارية المكتسبة (التى تنتقل اليه) او الطاقة الحرارية المفقودة (التى تنتقل منه)

وينبغى ان نفرق بين الطاقة الحرارية ودرجة الحرارة

فالطاقة الحرارية هى طاقة تنتقل من موضع الى آخر تبعاً للاختلاف فى درجة الحرارة بين هذين الموضعين
اما درجة الحرارة لوسط فهى مقياس متوسط طاقة الحركة لجزيئاته .

و بذلك عندما تنتقل كمية من الطاقة الحرارية لجسم أو لوسط فإن طاقته الداخلية تزداد مما يؤدى الى زيادة طاقة الحركة لجزيئاته ومن ثم ترتفع درجة حرارته .

و على العكس عندما تنتقل كمية من الطاقة الحرارية من جسم او من وسط تقل طاقته الداخلية مما يؤدى الى نقص طاقة الحركة لجزيئاته ومن ثم تنخفض درجة حرارته .

كمية الحرارة

العلاقة بين الطاقة الحرارية المكتسبة والطاقة الحرارية المفقودة :

أ- عند حدوث زيادة فى الطاقة الداخلية لجسم فإنه يقابلها نقص فى الطاقة الداخلية لجسم آخر بنفس المقدار
و بذلك يمكن ان تقول ان :

الطاقة الحرارية المكتسبة = الطاقة الحرارية المفقودة

و يحدث ذلك عند خلط جسم ساخن مع آخر بارد فى وسط معزول
اى كمية الطاقة الحرارية المفقودة من الجسم الساخن =
كمية الطاقة الحرارية المكتسبة الي الجسم البارد

الوحدة الدولية لقياس الطاقة الحرارية هى **الجول**

و قبل ان تشرع فى حساب الطاقة الحرارية المكتسبة او المفقودة يجب علينا ان نتعرف على بعض المفاهيم الاتية :

١- <u>الحرارة النوعية لمادة :</u>
وجد عملياً انه اذا رفعنا درجة حرارة عدة كتل متساوية من مواد مختلفة بنفس المقدار من درجة الحرارة فإن هذه الكتل المتساوية
تحتاج الى كميات حرارة مختلفة و يرجع ذلك الى ما يسمى **بالحرارة النوعية للمادة**

تعريف
<u>الحرارة النوعية لمادة :</u>

هى كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة واحد كيلوجرام من هذه المادة درجة كلفينية واحدة .

ويرمز للحرارة النوعية بالرمز ن

وحدة قياس الحرارة النوعية : **چول / كجم ٠ درجة كلفينية**

معنى ذلك ان :
كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة ١ كجم من الماء ١ ° كلفن تساوى ٤٢٠٠ چول

و يوضح الجدول الآتى الحرارة النوعية لبعض المواد مقدرة بوحدة جول / كجم .٠ درجة كلڤن

المادة	الحرارة النوعية
الماء	٤٢٠٠
الجليد	٢١٠٠
الزئبق	١٤٠
الألومنيوم	٦٠٠
النحاس	٤٠٠
الحديد	٤٦٠
الخارصين	٢٨٠
الرصاص	١٣٠

و من الجدول السابق تلاحظ ان الحرارة النوعية للماء هى اكبر حرارة نوعية للمواد المعروفة

و تلعب القيمة الكبيرة للحرارة النوعية للماء دوراً هاماً فى:

١- حياة الكائنات الحية

فأجسام الكائنات الحية تحتوى على كمية كبيرة من الماء مما يجعلها تقاوم التغيرات الحادثة فى درجة حرارة الوسط المحيط .

٢- هبوب نسيم البحر صيفاً :

ففى نهار الصيف تزداد الطاقة الحرارية المستقبلة من الشمس مما يؤدى الى ارتفاع درجة حرارة البر بمعدل اكبر من ارتفاع درجة حرارة ماء البحر ، نتيجة لذلك يخف الهواء الملامس للارض وتقل كثافته فيرتفع الى اعلى ليحل محله هواء البحر البارد وهو ما يسمى بنسيم البحر.

ويمكن حساب كمية الطاقة الحرارية المكتسبة او المفقودة من العلاقة الآتيه :

كمية الطاقة الحرارية المكتسبة او المفقودة =
كتلة الجسم × حرارته النوعية × التغير فى درجة الحرارة

العوامل التى تتوقف عليها كمية الحرارة المكتسبة او المفقودة :

أ- كتلة الجسم

ب- الحرارة النوعية لمادة الجسم

جـ- مقدار التغير فى درجة الحرارة

٢- <u>السعة الحرارية لجسم :</u>

هى كمية الطاقة الحرارية اللازمة لرفع درجة حرارة الجسم كله واحد درجة كلڤن

و يمكن حساب السعة الحرارية لجسم من العلاقة الآتيه :

السعة الحرارية = كتلة الجسم × حرارته النوعية

وحدة قياس السعة الحرارية هى **چول / درجة كلڤن**

<u>العلاقة بين الحرارة النوعية للمادة و السعة الحرارية :</u>

السعة الحرارية = الكتلة × الحرارة النوعية

مثال :
قطعة معدنية كتلتها ٠,٤ كجم احسب السعة الحرارية لها علماً بإن الحرارة النوعية لهذا المعدن تساوى ٤٦٠ جول / كجم٠ كلفن

الحل :
السعة الحرارية = الكتلة × الحرارة النوعية

∴ السعة الحرارية = ٠,٤ × ٤٦٠ = ١٨٤ جول / كلفن

تغير الحالة :

علمنا مما سبق ان المادة توجد فى احدى حالات ثلاث :

٢- الحالة الجامدة (الصلبة)

٣- الحالة السائلة

٤- الحالة الغازية (البخارية)

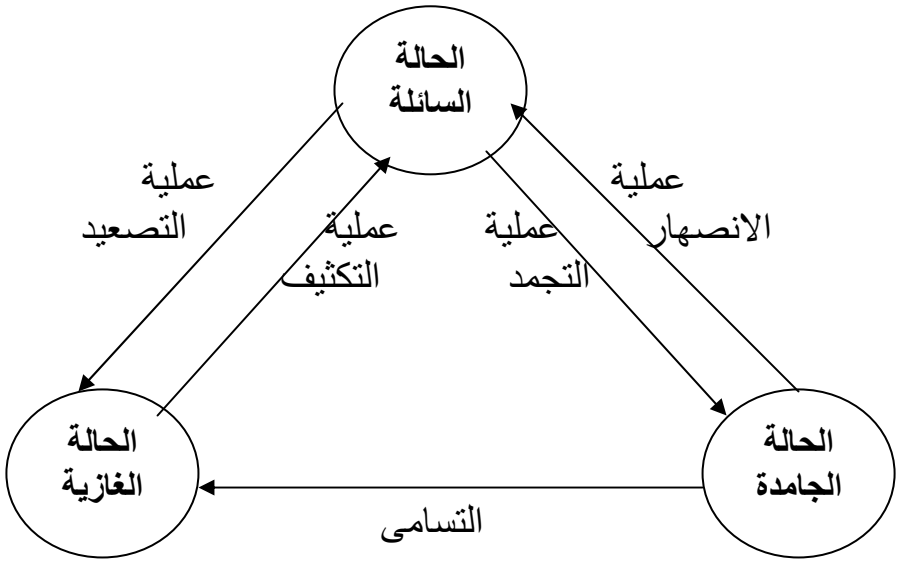
وقد امكن تحول المادة من حالة الى اخرى فمثلا :

أ- عند تحول المادة من الحالة الجامدة (الصلبة) الى الحالة السائلة فإن هذه العملية تسمى " الانصهار "

ب- عند تحول المادة من الحالة السائلة الى الحالة الجامدة تسمى هذه العملية " التجمد "

جـ - عند تحول المادة من الحالة السائلة الى الحالة الغازية او البخارية تسمى هذه العملية " التصعيد "

و يمكن تمثيل هذه العمليات بالرسم الآتى :



ان عمليتى الانصهار – والتصعيد لا تحدثان تلقائياً وانما يتطلب كل منهما كمية من الطاقة الحرارية حتى يحدث هذا التحول

مثال :

- اذا وضعنا كمية من الجليد المجروش فى اناء مع ترمومتر لقياس درجة الحرارة فنجد ان الترمومتر يسجل صفر درجة سيليزية

- عند وضع هذا الاناء بما يحتويه من جليد مجروش على موقد مشتعل لتسخينه

فيلاحظ ما يأتى :

١- ثبوت قراءة الترمومتر لفترة عند الصفر سيليزية حتى يتم تحول كل الجليد المجروش الى ماء (سائل)

٢- بعد تحول كل الجليد الى ماء (سائل) فإن قراءة الترمومتر تأخذ فى الارتفاع مع الزمن حتى تصل هذه القراءة الى ١٠٠ درجة سيليزية

٣- بعد وصول الماء الى ١٠٠ درجة سيليزية فإن قراءة الترمومتر تثبت مع استمرار عملية التسخين

و يدل ذلك على ان عمليتى الانصهار والتصعيد تحتاج الى كمية من الطاقة الحرارية لاحداث التحول المطلوب .

و قد وجد عمليا ان كمية الطاقة الحرارية اللازمة لتحويل الجليد وهو فى درجة الصفر سيليزية الى الماء فى نفس الدرجة تتناسب طردياً مع كتلة الجليد المنصهر .

كما انه وجد عملياً ان كمية الحرارة اللازمة لتحويل ١ كجم من الجليد فى درجة الصفر سيليزية الى ماء فى نفس الدرجة تعادل ٣,٣٤ × ١٠ ^{٥} جول / كجم

و تسمى هذه الكمية من الحرارة " بالحرارة الكامنة لانصهار الجليد "

الحرارة الكامنة لانصهار المادة :

هى الطاقة اللازمة لتحويل ١ كجم من المادة من الحالة الجامدة الى الحالة السائلة دون التغير فى درجة الحرارة .

ما معنى ان الحرارة الكامنة لانصهار الجليد = ٣,٣٤ × ١٠^{٥} چول / كجم

اى ان كمية الحرارة اللازمة لتحويل ١ كجم من الجليد وهو فى درجة صفر سيليزية الى الماء فى نفس الدرجة تعادل ٣,٣٤ × ١٠^{٥} چول دون تغير فى درجة الحرارة

<u>الحرارة الكامنة للتصعيد</u>

وقد وجد عملياً ان الحرارة اللازمة لتحويل الماء الى بخار عند ١٠٠$^{\circ}$ سيليزية تتناسب مع كتلة الماء المتحول الى بخار وهذه الطاقة الحرارية اللازمة لتحويل ١ كجم من الماء فى ١٠٠ درجة سيليزية الى بخار فى نفس الدرجة تعادل ٢,٢٧ × ١٠^{٦} چول / كجم

و هذه الكمية من الطاقة الحرارية تسمى الحرارة الكامنة لتصعيد الماء

و يمكن تعريف الحرارة الكامنة للتصعيد كالآتى :

هى كمية الطاقة الحرارية اللازمة لتحويل ١ كجم من مادة من الحالة السائلة الى الحالة البخارية دون التغير فى درجة الحرارة .

تفسير عمليتى الانصهار والتصعيد :

اولاً : الانصهار :

اذا تصورنا ان المادة الجامدة تتكون من جزيئات وهذه الجزيئات تهتز حول مواضعها الاصلية ولكنها تتحرك الى مواضع جديدة وعند درجة الانصهار
تصبح هذه الاهتزازات كبيرة الى حد الذى يتم فيه كسر الروابط الجزيئية و التى تجعل الجزيئات تكون فى مواضعها الثانية – عند ذلك تصبح الجزيئات حرة فى التحرك فى حدود الحيز الذى يشغله السائل الناتج من الانصهار .

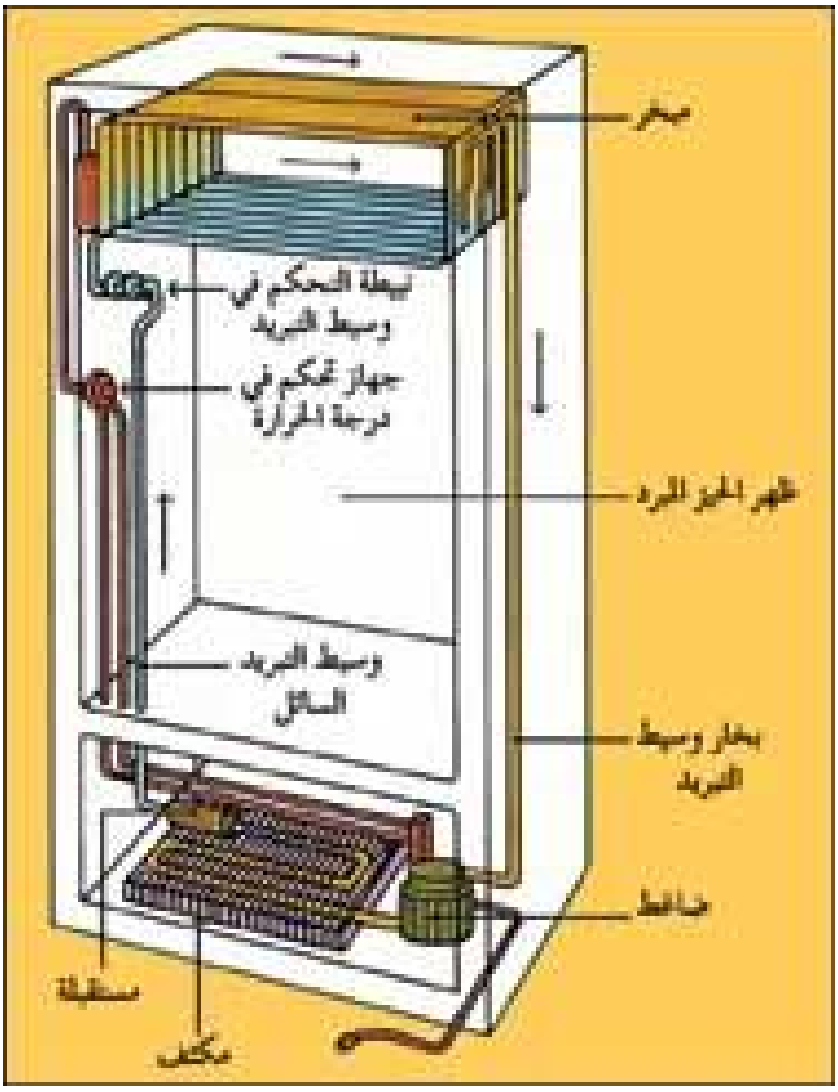
ثانياً : التصعيد :

حركة جزيئات السائل تتحرك حركة عشوائية داخل الحيز الذى يشغله السائل فتتغير مواضعها من وقت الى آخر وبعض هذه الجزيئات تكون طاقة حركتها كبيرة نسبياً فيمكنها الهروب من سطح السائل ويسمى ذلك عملية التبخر فى درجة الحرارة العادية .
و مع ارتفاع درجة الحرارة تزداد الطاقة الداخلية لجزيئات السائل مما يؤدى الى زيادة متوسط طاقة الحركة لجزيئاته فتزداد بالتالى معدلات الهروب حتى تصل الى اكبر قيمة لها عند درجة الغليان .

و تعتبر الثلاجة اهم تطبيقات تغير الحالة

الثلاجة الكهربية :

تعتمد فكرة عمل الثلاجة الكهربية على استخدام سائل سريع التبخر وهو سائل " الفريون " درجة غليان هذا السائل تعادل -٣٠ درجة سيليزية او ٢٤٣ درجة كلفينية .



شكل (٣٢)

شرح عمل الثلاجة الكهربية :

١- يوجد الفريون داخل انبوبة حلزونية من النحاس والتى تحيط بما يسمى بالمجمد " الفريزر "

٢- سرعة تكوين بخار الفريون فى الانبوبة الحلزونية تكون بنفس السرعة التى يتم سحبه من الانبوبة بمضخة كهربية و هذا يسمح بمزيد من عملية البخر والحرارة الكامنة للتصعيد تستمد على حساب الطاقة الداخلية لسائل الفريون نفسه و هذا يؤدى الى انخفاض درجة حرارته .

٣ - البخار الذى يتم سحبه يمر خلال انبوبة حلزونية اخرى تسمى المكثف (يوجد خارج الثلاجة) والذى يتم انضغاطة (البخار) بواسطة المضخة فيتكثف متحولا الى سائل . وعندئذ تنبعث حرارة وللتخلص من هذه الحرارة بسرعة يستعان على ذلك (بزعانف) نحاسية مثبتة على المكثف لزيادة مساحة السطح المعرض للهواء الجوى والحرارة المتولدة من المكثف تنتقل بالتوصيل الى الزعانف المعدنية وبذلك تفقد الى الهواء المحيط بواسطة الحمل والاشعاع .

٤ – يعود السائل من المكثف الى انبوبة التبخير حول المجمد وبذلك تتم دورة كاملة لسائل الفريون وبخاره .

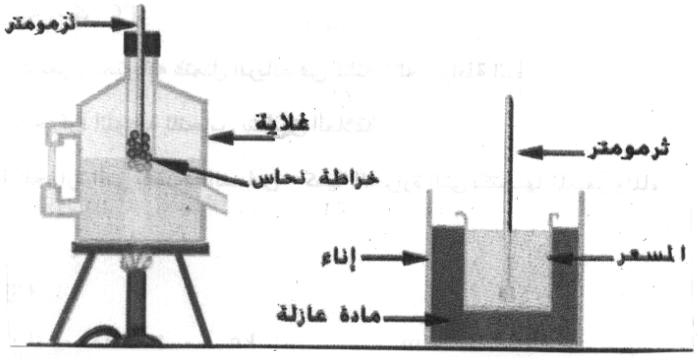
٥ – يتم التحكم فى معدل التبخير وبالتالى درجة التبريد بواسطة منظم الحرارة (الثرموستات)

التجارب العملية

١- تعين الحرارة النوعية لجسم صلب مثل النحاس بطريقة الخلط .

ادوات التجربة :

غلاية – موقد –
خراطة النحاس –
مسعر حرارى
من النحاس – ترمومتر



شكل (٣٣)

خطوات العمل :

١- نضع كمية معلومة من خراطة النحاس
ولتكن ك فى غلاية

٢- نقوم بتسخين الغلاية حتى درجة الغليان ثم نتركها لفترة
تغلى حتى تثبت درجة حرارة النحاس ثم نحسب هذه الدرجة و لتكن د٢

٣- نحسب كتله المسعر و لتكن ك ١ ثم نضع فيه كمية مناسبة من الماء ونحسب كتلته
و لتكن ك٢ كجم

٤- نعين درجة حرارة المسعر والماء ولتكن (د١)

٥- نلقى خراطة النحاس بسرعة فى المسعر ثم تقلب ونقيس درجة الحرارة النهائية
و لتكن (د)

٦- نقوم بوزن المسعر ثانياً وما به من ماء و نحاس ومن ذلك يمكن معرفة كتلة النحاس
ولتكن (ك)

٧- يمكن تعيين الحرارة النوعية للنحاس من العلاقة الآتية :

كمية الحرارة المفقودة = كمية الحرارة المكتسبة

ك ن (د٢ – د١) = (ك١ ن ١ + ك٢ ن٢) (د – د١)

النتائج :

كتلة المسعر فارغاً $ك_{1}$ = ---------- كجم

الحرارة النوعية لمادة المسعر $ن_{1}$ = ---------- چول / كجم ٠ درجة كلڤينية

كتلة المسعر وما به من ماء = ---------- كجم

كتلة الماء $ك_{2}$ = ---------- كجم

الحرارة النوعية للماء $ن_{2}$ = ٤٢٠٠ چول / كجم .٠ درجة كلڤينية

درجة حرارة الماء والمسعر $د_{1}$ = ---------- درجة سيليزية

درجة حرارة خراطة النحاس الساخنة $د_{2}$ = ---------- درجة سيليزية

درجة حرارة الخليط د = ---------- درجة سيلزية

كتلة المسعر و محتوياته بعد القاء خراطة النحاس =---------- كجم

كتلة خراطة النحاس ك = ---------- كجم

و من العلاقة :

كمية الحرارة المفقودة = كمية الحرارة المكتسبة
يمكن تعين قيمة الحرارة النوعية للنحاس .

٢- تعيين الحرارة الكامنة لانصهار الجليد (ص)

عند وضع قطعة من الجليد فى مسعر يحتوى على ماء فإن :-

- قطعة الجليد تأخذ فى الانصهار
- يحدث انخفاض فى درجة حرارة المسعر وما يحتويه

وهذا يدل على ان قطعة الجليد اكتسبت كمية من الطاقة الحرارية حتى تنصهر اولاً ثم تكتسب كمية اخرى من الطاقة الحرارية لترتفع درجة ما إنصهر من جليد الى درجة حرارة الخليط النهائية وفى نفس الوقت يفقد المسعر وما به من ماء كمية من الطاقة الحرارية .

وبفرض ان المسعر بمحتوياته معزول حرارياً عن الوسط المحيط فإن

كمية الحرارة المكتسبة = كمية الحرارة المفقودة اى ان
كتلة الجليد المنصهر × الحرارة الكامنة لانصهار الجليد + كتلة الجليد المنصهر × الحرارة النوعية للماء × درجة حرارة الخليط =
كتلة المسعر × حرارته النوعية + كتلة الماء × حرارته النوعية × فرق درجات الحرارة

ويمكن كتابة المعادلة السابقة بشكل رمزى نجد ان :

$ك ص + ك ن_{٢} د = (ك_{١} ن_{١} + ك_{٢} ن_{٢}) (د_{١} – د)$

حيث :

ك	كتلة الجليد المنصهر	، ص	الحرارة الكامنة للانصهار
$ك_{١}$	كتلة المسعر	، $ن_{١}$	الحرارة النوعية لمادة المسعر
$ك_{٢}$	كتلة الماء فى المسعر قبل ألقاء الجليد		
$ن_{٢}$	حرارتة النوعية	، $د_{١}$	درجة الحرارة قبل ألقاء الجليد
د	درجة حرارة الخليط بعد تمام انصهار الجليد		

طريقة العمل :

١- نحسب كتلة المسعر وهو فارغ ونظيف ولتكن ك$_{١}$ و حرارته النوعية ن$_{١}$

٢- نضع بالمسعر حوالى ثلثيه ماء و تحسب كتلة المسعر بالماء ثم نوجد كتلة الماء ك$_{٢}$

وذلك من الفرق بين كتلة المسعر وبه ماء – كتلة المسعر فارغ اى ان

كتلة الماء ك$_{٢}$ = كتلة المسعر وبه ماء – كتلة المسعر فارغاً .

٣- نحسب درجة حرارة المسعر و ما به من ماء بواسطة ترمومتر و لتكن د$_{١}$ درجة سيليزية

٤- ناخذ بعض قطع الجليد ثم نجففها بورق ترشيح قبل القائها مباشرة فى ماء المسعر ثم نحرك بواسطة الترمومتر وذلك حتى يتم انصهار الجليد بالكامل و يؤدى ذلك الى انخفاض درجة الحرارة حوالى ٥ درجات ثم نقيس درجة حرارة الخليط ولتكن ء درجة سيليزية

٥- نحسب كتلة المسعر ومحتوياته بعد انصهار الجليد
و يمكن حساب كتلة الجليد المنصهر ولتكن ك كجم

٦- **باستخدام العلاقة الآتية يمكن تعيين الحرارة الكامنة لانصهار الجليد :**

ك ص + ك ن$_{٢}$ د = (ك$_{١}$ ن$_{١}$ + ك$_{٢}$ ن$_{٢}$) (د$_{٢}$ – د)

النتائج :

كتلة المسعر فارغاً $ك_{١}$ = ---------- كجم

الحرارة النوعية لمادة المسعر = ---------- چول / كجم درجة كلفينية

كتلة المسعر و ما به من ماء = ---------- كجم

كتلة الماء $ك_{٢}$ = ---------- كجم

الحرارة النوعية للماء $ن_{١}$ = ٤٢٠٠ چول / كجم درجة كلفينية

كتلة المسعر ومحتوياته بعد عملية الانصهار = ---------- كجم

كتلة الجليد المنصهر ك = ---------- كجم

كمية الحرارة المكتسبة = ---------- چول

كمية الحرارة المفقودة = ---------- چول

كمية الحرارة المكتسبة = كمية الحرارة المفقودة

---------- = ----------

الحرارة الكامنة لانصهار الجليد ---------- - ---------- چول / كجم

تذكر أن

١- درجة الحرارة : هى الخاصية التي يمكن بواستطتها الحكم على نظام ما من حيث أنه في حالة اتزان أو عدم اتزان حراري مع الوسط المحيط بالنظام .

٢- وحدات قياس درجة الحرارة : (مقياس سلزيوس – مقياس فهرنهيت – مقياس كلفن) .

٣- أنواع الترمومترات : (ترمومتر سائل – ترمومتر غازي – ترمومتر بلاتيني) .

٤- الاتزان الحراري : تنتقل الطاقة الحرارية من الوضع الأعلى في درجة الحرارة إلى الوضع الأقل في درجة الحرارة حتى تصل إلى حالة الإتزان .

٥- الحرارة النوعية لمادة : هي كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة واحد كيلو جرام من هذه المادة درجة كلفينية واحدة .

٦- وحدة قياس الحرارة النوعية : جول / كم . درجة كلفينية .

٧- السعة الحرارية لجسم : هي كمية الطاقة الحرارية اللازمة لرفع درجة حرارة الجسم كله واحد درجة كلفن .

٨- وحدة قياس السعة الحرارية : جول / درجة كلفن .

٩- الحرارة الكامنة لانصهار المادة : هي الطاقة الحرارية اللازمة لتحويل ١ كجم من المادة من الحالة الجامدة إلى الحالة السائلة دون التغير في درجة الحرارة .

١٠- الحرارة الكامنة للتصعيد : هي كمية الطاقة الحرارية اللازمة لتحويل ١ كجم من الحالة السائلة إلى الحالة البخارية دون التغيير في درجة الحرارة .

١١- العلاقة بين الحرارة النوعية للمادة والسعة الحرارية :

السعة الحرارية = الكتلة × الحرارة النوعية

اسئلة على الفصل الثانى

١- عرف كلا مما يأتى :

أ- الحرارة النوعية للمادة ٠

ب- السعة الحرارية للجسم ٠

ج- الحرارة الكامنة للانصهار ٠

د- الحرارة الكامنة للتصعيد ٠

مع ذكر وحدة قياس كل منهم ٠

٢- ماذا نعنى بالعبارات الآتية :

أ- الحرارة النوعية للماء = ٤٢٠٠ جول / كجم ٠ كلفن

ب- الحرارة الكامنة لانصهار الجليد = ٣,٣٤ × ١٠^{٥} جول / كجم ٠

٣- اذكر الفرق بين كل من :

الانصهار والتصعيد مع ذكر مثال لكل منهما

٤- اذكر الحالات الثلاث التى توجد عليها المادة

٥- اذكر المصطلح العلمى الدال على كل مما يأتى :

أ- كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة ١ كجم من المادة ١ درجة كلفينية ٠
ب- الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة الجسم كله درجة كلفينية واحدة

ج- كمية الحرارة اللازمة لتحويل ١ جكم من المادة من الحالة الجامدة الى الحالة السائلة دون تغير فى درجة الحرارة ٠

د- كمية الحرارة اللازمة لتحويل ١ كجم من المادة من الحالة السائلة الى الحالة البخارية دون تغير فى درجة الحرارة

مسائل :

١- جسم كتلته ١ كجم الحرارة النوعية لمادته ٩٠٠ جول / كجم ٠ كلفن احسب السعة الحرارية ٠

٢- رفعت درجة حرارة كرة من الحديد كتلتها ٨٠٠ جم من ٣٥ درجة سيليزية الى ٨٥ درجة سيليزية احسب مقدار الطاقة الحرارية اللازمة
(علماً بإن الحرارة النوعية لمادة الكرة = ٤٦٠ جول / كجم ٠ كلفن)

٣- اذا كانت الطاقة اللازمة لتسخين ٢٠٠ جم من النحاس من درجة حرارة ٢٠ درجة سيليزية الى ٨٠ درجة سيليزية تساوى ٢,٥ كيلو جول احسب الحرارة النوعية للنحاس ٠

٤- احسب السعة الحرارية لجسم كتلته ٠,٤٢٥ كجم والحرارة النوعية لمادته ٢٠٠٠ جول / كجم ٠ كلفن

٥- خلطت ٢٥ جم من الماء فى درجة حرارة ٢٤ درجة سيليزية مع ٥٠ جم من الماء فى ٦٠ درجة سيليزية احسب درجة حرارة المخلوط ٠

اسئلة عامة على الحرارة

السؤال الاول

اكتب بين القوسين الاسم او المصطلح العلمى الذى تدل عليه كل من العبارات التالية :

١- المجموع الكلى لطاقة حركة وطاقة وضع جزيئات المادة . (.....)

٢- الحالة التى تصبح عندها درجة حرارة الجسم ثابتة ، وتكون كمية الطاقة الحرارية التى يطردها للوسط المحيط مساوية لكمية الحرارة التى يستمدها منه . (.....)

٣- كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة كيلو جرام واحد من المادة درجة سيليزية (كلفينية) واحدة . (.....)

٤- كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة الجسم كله درجة سيليزية (كلفينية) واحدة . (.....)

٥- تحول المادة من الحالة الغازية الى الحالة السائلة بفقد طاقة حرارية مناسبة . (.....)

٦- تحول المادة من الحالة الصلبة الى الحالة السائلة بإكتساب طاقة حرارية . (.....)

٧- عملية تحول المادة من الحالة الصلبة الى الحالة الغازية دون المرور بالحالة السائلة . (.....)

٨- درجة الحرارة التى تبدأ عندها المادة الصلبة فى التحول الى الحالة السائلة . (.....)

٩- درجة الحرارة التى تبدأ عندها المادة السائلة فى التحول الى الحالة الصلبة . (.....)

١٠- كمية الحرارة اللازمة لتبخير وحدة الكتل من المادة السائلة دون تغيير فى درجة حرارتها . (.....)

السؤال الثانى

اكمل العبارات العلمية التالية بما يناسبها :

١- عند رفع درجة حرارة المادة فإن سرعة جزيئاتها ..... ، والمسافات البينية بين جزيئاتها.....

٢- الطاقة الداخلية للمادة تساوى مجموع طاقات ..... و طاقات .....

٣- حالة الجسم (المادة) تعتبر مقياساً لطاقة ..... جزيئاته ، والمظهر الخارجى الملموس لها .

٤- حالة المادة هى المظهر الخارجى لطاقة ..... جزيئاتها .

٥- درجة حرارة المادة هى المظهر الخارجى لطاقة ..... جزيئاتها .

٦- إذا ألقيت قطعة معدنية ساخنة فى كأس ماء بارد فإنها تفقد حرارة حتى تصل لحالة .....

٧- عندما تتبادل مادة ما الطاقة الحرارية مع الوسط المحيط بها ، فإذا كانت كمية الطاقة الحرارية المفقودة أكبر من كمية الطاقة الحرارية المكتسبة ، فإن ذلك يؤدى الى ..... درجة حرارة المادة .

٨- عند حدوث حالة الاتزان الحرارى بين المادة والوسط المحيط بها ، فإن كمية الحرارة المكتسبة (للاجسام الباردة) ..... كمية الحرارة المفقودة (للاجسام الساخنة) .

٩- بعد تحول المادة بالتسخين من حالة الى اخرى ، فإن كمية الطاقة الحرارية المكتسبة بعد ذلك تعمل على زيادة طاقة ..... جزيئاتها .

١٠- عند لمس خزانة من الخشب ، وصنبور المياه فى الشتاء نشعر ان الصنبور ابرد من الخزانة ويعود ذلك الى ان الصنبور يمتص من اليد كمية حرارة ..... من التى يمتصها الخشب .

١١- فى التدريج الفهرنهيتى اعتبرت درجة حرارة الانسان هى ..... درجة فهرنهيت .

١٢- كل درجة على التدريج الفهرنهيتى تساوى ..... درجة على التدريج السيليزى.

١٣- جسم صلب ينصهر عند (٢٧٣°) كلفن فتكون درجة انصهاره على التدريج السيليزى ..... سيليزية و على التدريج الفهرنهيتى تساوى ..... فهرنهيت .

١٤- جسم صلب درجة حرارته تساوى (-٤٠° فهرنهيت) ، فتكون درجة حرارته على حسب التدريج السيليزى تساوى ..... سيليزية .

١٥- يتوقف انتقال الطاقة الحرارية من جسم الى آخر على ..... كل من الجسمين .

١٦- يستمر انتقال الطاقة الحرارية بين الجسمين الى ان ..... درجة حرارة الجسمين ويصبح الجسمان فى حالة .....

١٧- السعة الحرارية للجسم تعتبر قيمة ..... لأن الكتلة .....

١٨- المادة التى لها أكبر حرارة نوعية هى .....

١٩- بعد تجمد المادة السائلة تماماً تأخذ درجة حرارتها فى ..... مرة اخرى .

٢٠- درجة تجمد المادة هى نفس درجة .....

٢١- درجة الحرارة المطلقة (كلفن) تساوى درجة الحرارة السيليزية مضافاً اليها .....

٢٢- تنتقل الحرارة من الشمس الى الارض بطريقة .....

٢٣- إذا كانت درجة غليان البنزين (٨٠ ° سيليزية) فإن هذه الدرجة على التدريج المطلق .....

٢٤- يتم انتقال الحرارة فى السوائل والغازات عن طريق .....

٢٥- جسمان (أ، ب) لهما نفس السعة الحرارية ، فإذا كانت كتلة (أ) أكبر من كتلة (ب) فإن الحرارة النوعية للجسم (ب) تكون ..... من الحرارة النوعية للجسم (أ) .

السؤال الثالث

ضع علامة (√) بين القوسين امام العبارة الصحيحة و علامة (×) فى الدائرة الواقعة امام العبارة غير الصحيحة فى كل مما يلى :

١- ( ) حالة الجسم (المادة) تعتبر مقياساً لطاقة حركة جزيئاته ، و المظهر الخارجى الملموس لها .

٢- ( ) طاقة الوضع لجزيئات الماء السائل أكبر من طاقة الوضع لجزيئات بخار الماء عند نفس درجة الحرارة .

٣- ( ) عند تحول المادة من حالة الى اخرى بالتسخين (وعند ثبات درجة الحرارة) ، فإن كمية الطاقة الحرارية المكتسبة فى هذه الحالة تختزن على شكل طاقة وضع كامنة .

٤- ( ) مادة صلبة تنصهر عند (٥٠ ° فهرنهيت) فتكون درجة انصهارها (١٠ ° سيليزية) .

٥- ( ) تنعدم الطاقة الداخلية للمادة عند درجة الصفر السيليزى .

٦- ( ) درجة انصهار الجليد تساوى (٢٧٣) كلفن .

٧- ( ) لا يتوقف انتقال الطاقة الحرارية من جسم الى آخر على مقدار الطاقة الحرارية التى يحويها كل من الجسمين .

٨- ( ) الحرارة النوعية عبارة عن مقدار ثابت يتوقف على نوع مادة الجسم فقط .

٩- ( ) السعة الحرارية للجسم تعتبر قيمة ثابتة تتوقف على نوع مادة الجسم فقط .

١٠- ( ) الحرارة النوعية للنحاس أكبر من الحرارة النوعية للماء .

١١- ( ) يمكن ان تتحول المادة من حالة الى اخرى باكتساب أو فقد كمية مناسبة من الطاقة الحرارية .

١٢- ( ) عندما تبدأ المادة فى الانصهار تظل درجة حرارتها ثابتة رغم اكتسابها لكمية اضافية من الحرارة .

١٣- ( ) الحرارة الكامنة للتبخير تطرد اثناء التبخير وتمتص اثناء التكثيف .

١٤- ( ) عندما يكتسب الماء كمية من الطاقة الحرارية تزداد سرعة جزيئاته وترتفع درجة حرارته .

١٥- ( ) الخشب من المواد جيدة التوصيل للحرارة .

١٦- ( ) عند وضع كمية من الماء فى انبوبة اختبار وتسخين الجزء العلوى منها ، نجد ان الماء يغلى فى الجزء السفلى من الانبوبة.

١٧- ( ) الطاقة الحرارية تنتقل بالموائع (سوائل وغازات) عن طريق انتقال الجزيئات الساخنة الحاملة لها.

١٨- ( ) ارتداء الملابس الصوفية شتاء يعتبر من التطبيقات الحياتية على انتقال الحرارة بالحمل .

١٩- ( ) يمكن الاعتماد على حاسة اللمس فى قياس درجات الحرارة .

السؤال الرابع

عرف كل مما يأتى :

١- الحرارة النوعية لمادة .

٢- السعة الحرارية لجسم .

٣- الحرارة الكامنة للانصهار .

٤- الحرارة الكامنة للتصعيد .

السؤال الخامس

أشرح معنى العبارات الآتية :

١- الحرارة النوعية للنحاس ٤٠٠ جول / كجم ٠ كلفن

٢- الحرارة الكامنة لانصهار الجليد = ٣,٣٤ × ١٠^{٥} جول / كجم

٣- الحرارة الكامنة لتصعيد الماء = ٢,٢٧ × ١٠^{٦} جول / كجم

السؤال السادس

اشرح كيف تفسر ان الطاقة الحرارية المكتسبة = الطاقة الحرارية المفقودة

السؤال السابع

صف التجارب العملية لتعين كل من :

١- الحرارة النوعية لمادة صلبة .

٢- الحرارة الكامنة لانصهار الجليد .

السؤال الثامن

اشرح تفسير كل من :

١- عملية الانصهار

٢- عملية التصعيد

السؤال التاسع

علل لما يأتى :

١- تستطيع الكائنات الحية مقاومة التغيرات فى درجة حرارة الهواء المحيط .

٢- اعتدال جو المدن الساحلية فى النهار صيفاً.

٣- عدم ارتفاع درجة حرارة جامد اثناء انصهاره مع استمرار تزويدة بالطاقة الحرارية حتى يتم انصهاره .

٤- عدم ارتفاع درجة حرارة سائل اثناء غليانه مع استمرار تزويده بالطاقة الحرارية حتى يتم تحوله الى بخار.

٥- وجود زعانف نحاسية مثبتة على المكثف خارج الثلاجة الكهربية .

٦- ٢٠ ° سلزيوس تعادل ٢٩٣ ° كلفن

المسائل :

١- كرة من الحديد كتلتها (٠,١ كجم) و درجة حرارتها (٣٥ ° سيليزيه)
احسب مقدار الطاقة الحرارية اللازمة لرفع درجة حرارة الكتلة الحديدية الى ٨٥ ° سيليزيه
علماً بأن الحرارة النوعية لمادة الحديد ٤٦٠ جول / كجم ٠ كلفن .

٢- اسطوانة من الألومنيوم كتلتها ٣٠٠ جم فإذا لزمت طاقة حرارية مقدارها ١٣٥٠٠ جول لرفع درجة حرارتها الى ٨٠ ° سيليزيه احسب درجة الحرارة الابتدائية للأسطوانة
علماً بأن الحرارة النوعية للألومنيوم ٩٠٠ جول / كجم ٠ كلفن .

٣- مزج ٤٠٠ جم من ماء درجة حرارته ٩٠ ° سيليزيه مع ٣٠٠ جرام من ماء درجة حرارته ٤٠ ° سيليزيه احسب درجة حرارة المزيج النهائية بفرض أن لا يوجد فقد فى الطاقة ٠

٤- احسب مقدار الطاقة الحرارية اللازمة لتسخين ١٢٠ جرام ماء من درجة ٢٠ ° سيليزيه الى درجة ٦٥ ° سيليزيه علماً بأن الحرارة النوعية للماء ٤١٨٠ جول /كجم ٠كلفن و إذا استخدم هذا المقدار من الطاقة لتسخين ١٥٠ جرام جلسرين درجة حرارته ٣٠ ° سيليزيه
فإحسب درجة حرارة الجلسرين النهائية
علماً بأن الحرارة النوعية للجلسرين ٢٤١٠ جول / كجم ٠ كلفن .

٥- احسب مقدار التغير فى درجة الحرارة اللازمة لتسخين (٤٠ كجم) من الماء
عندما تكتسب كمية من الحرارة مقدارها (٥٨٦٠٤٠٠ جول)
علماً بأن الحرارة النوعية للماء = ٤٢٠٠ جول / كجم ٠كلفن.

٦- إناء من النحاس كتلته ٣٧٥ جرام وضع بداخله ماء كتلته ٥٠٠ جرام و قيست درجة حرارتهما
فوجدت ٣٦ ° سيلزيه ثم أضيف اليه ٢١٥ جرام من ماء درجة حرارته ٨٥ ° سيليزيه
فأصبحت الدرجة النهائية للمزيج ٥٠ ° سيليزيه احسب قيمة الحرارة النوعية للنحاس .
علماً بأن الحرارة النوعية للماء تساوى ٤٢٠٠ جول / كجم ٠ كلفن

٧- قطعة من النحاس كتلتها ١٠٠ جرام ، درجة حرارتها ١٠٠ ° سيلزيه ثم اسقطت فى مسعر
نحاسى كتلته ٨٠ جرام و يحتوى على ٩٠ جم من زيت التربنتينا فى درجة حرارة ١٠ ° سيليزيه
فإذا اصبحت درجة حرارة الخليط ٣٦ ° سيليزيه. احسب الحرارة النوعية لزيت التربنتينا
علماً بأن الحرارة النوعية للنحاس = ٤٢٠ جول / كجم ٠ كلفن .

٨- كم جول من الطاقة الحرارية يلزم لتحويل ٢٠٠ جرام من الجليد فى درجة -٤ ° سيليزيه
الى بخار ماء فى درجة ١٠٠ ° سيليزيه .